



**Schalltechnisches Gutachten  
für die Errichtung und den Betrieb  
von sechs Windenergieanlagen  
am Standort Rayerschied**

**Gutachten-Nr. 2532-09-L1**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

# **Schalltechnisches Gutachten für die Errichtung und den Betrieb von sechs Windenergieanlagen am Standort Rayerschied**

Gutachten Nr.: 2532-09-L1

Auftraggeber:



Auftragnehmer:

IEL GmbH  
Kirchdorfer Straße 26

26603 Aurich

Telefon: 04941 - 9558-0  
Telefax: 04941 - 9558-11  
email: [mail@iel-gmbh.de](mailto:mail@iel-gmbh.de)  
Internet: [www.iel-gmbh.de](http://www.iel-gmbh.de)

Bearbeiter:



Datum:

18. Mai 2009

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Örtliche Beschreibung</b>	<b>1</b>
<b>3. Kartengrundlage</b>	<b>2</b>
<b>4. Aufgabenstellung</b>	<b>2</b>
<b>5. Beurteilungsgrundlagen</b>	<b>3</b>
<b>5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren</b>	<b>3</b>
<b>5.2 Meteorologie</b>	<b>4</b>
<b>5.3 Immissionsrichtwerte</b>	<b>4</b>
<b>6. Beschreibung der geplanten Windenergieanlagen</b>	<b>4</b>
<b>6.1 Anlagenbeschreibung</b>	<b>4</b>
<b>6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit</b>	<b>5</b>
<b>6.3 Tieffrequente Geräusche</b>	<b>5</b>
<b>6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen</b>	<b>5</b>
<b>6.5 Zusammenfassung der schalltechnischen Kennwerte</b>	<b>5</b>
<b>7. Vorbelastung</b>	<b>6</b>
<b>8. Immissionspunkte</b>	<b>7</b>
<b>9. Rechenergebnisse und Beurteilung</b>	<b>8</b>
<b>9.1 Rechenergebnisse</b>	<b>8</b>
<b>9.2 Qualität der Prognose, Beurteilung der Ergebnisse</b>	<b>9</b>
<b>10. Zusammenfassung</b>	<b>10</b>
<b>Anhang</b>	

## 1. Einleitung

Am Standort Rayerschied plant der Auftraggeber die Errichtung und den Betrieb von sechs Windenergieanlagen (WEA 24 - WEA 29) vom Typ ENERCON E-82 mit einer Nabenhöhe von 138,38 m.

WEA sind so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind, verhindert werden. Unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen müssen mit einem verhältnismäßigen Aufwand auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Dieses Gutachten dient dem Lärmschutznachweis im Rahmen des Genehmigungsverfahrens. Für die maßgeblichen Immissionspunkte werden die Beurteilungspegel rechnerisch ermittelt und den dort geltenden Immissionsrichtwerten gegenübergestellt.

## 2. Örtliche Beschreibung

Der Standort befindet sich im Bundesland Rheinland-Pfalz (Rhein-Hunsrück-Kreis), in der Verbandsgemeinde Simmern, nördlich der Ortschaft Rayerschied.

Die geplanten Anlagen (WEA 24 – WEA 29) sollen in einem Waldgebiet, zwischen den Ortschaften Benzweiler, Rayerschied, Bergenhausen und Steinbach errichtet werden.

Die nächstgelegene Wohnbebauung (Weirichsmühle) befindet sich nordwestlich des Standortes im Außenbereich. Die nächstgelegene geschlossene Wohnbebauung befindet sich in den Ortschaften Steinbach, Benzweiler und Bergenhausen. Hierbei handelt es sich teilweise um "Allgemeine Wohngebiete".

Die Windenergieanlagen und die nächstgelegenen Wohnhäuser befinden sich auf einem Höhenniveau von ca. 360 - 470 m ü. N.N. Die Höhenunterschiede werden bei den Berechnungen berücksichtigt.

Nordwestlich bis nordöstlich befinden sich weitere Windenergieanlagen (Standort: Horn, Riegenroth und Kisselbach). Insgesamt 23 Windenergieanlagen werden als schalltechnische Vorbelastung gemäß TA-Lärm Nr. 2.4, Absatz 1<sup>3.)</sup> berücksichtigt. Die sechs geplanten Windenergieanlagen werden der Zusatzbelastung gemäß TA-Lärm Nr. 2.4, Absatz 2<sup>3.)</sup>, zugeordnet.

Das Untersuchungsgebiet ist in der nachfolgenden Karte dargestellt.

Die geplanten sechs Windenergieanlagen (WEA 24 bis WEA 29) werden der Zusatzbelastung gemäß TA-Lärm Nr. 2.4, Absatz 2<sup>3.)</sup>, zugeordnet.

Gemäß TA-Lärm Nr. 3.2.1, Abs. 6<sup>3.)</sup> ist die Bestimmung der Vorbelastung (hier: weitere Windenergieanlagen) in der Regel nach Nr. A.1.2 des Anhangs zur TA-Lärm durchzuführen. Die Nr. A.1.2 des Anhangs der TA-Lärm legt fest, dass die Vorbelastung nach Nr. A.3 zu ermitteln ist (Immissionsmessung an dem maßgeblichen Immissionsort). Unter bestimmten Bedingungen sind Ersatzmessungen nach Nr. A.3.4 zulässig. Möglichkeiten für Ersatzmessungen sind Rundummessungen und Schalleistungsmessungen mit anschließender Schallausbreitungsrechnung. Für die bestehenden und weiteren geplanten Anlagen wird zur rechnerischen Ermittlung der Vorbelastung auf vorliegende schalltechnische Messberichte und Daten zurückgegriffen.

Ziel dieses Gutachtens ist es, die aus Sicht des Lärmschutzes resultierenden Umweltwirkungen aus dem Betrieb der Windenergieanlagen zu berechnen und hinsichtlich immissionsschutzrechtlicher Kriterien zu beurteilen.

## **5. Beurteilungsgrundlagen**

### **5.1 Berechnungs- und Beurteilungsverfahren**

Die schalltechnischen Berechnungen werden gemäß der TA-Lärm<sup>3.)</sup> durchgeführt. In der TA-Lärm sind grundsätzlich zwei Prognoseverfahren, die überschlägige und die detaillierte Prognose, angegeben. Die überschlägige Prognose vernachlässigt die Luftabsorption, das Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß und weitgehend alle Abschirmungseffekte. Die Berechnungen erfolgen bei der überschlägigen Prognose frequenzunabhängig. Für eine detaillierte Prognose kann neben einer frequenzabhängigen Berechnung auch eine frequenzunabhängige Berechnung mit A-bewerteten Schalldruckpegeln erfolgen.

Die Berechnungen erfolgen frequenzunabhängig als detaillierte Prognose für freie Schallausbreitung. Die Bodendämpfung  $A_{gr}$  wird dabei gemäß DIN ISO 9613-2<sup>4.)</sup>, Nr. 7.3.2 „Alternatives Verfahren zur Berechnung A-bewerteter Schalldruckpegel“ berechnet. Abschirmung und Dämpfung durch Bebauung und Bewuchs bleiben unberücksichtigt. Die Berechnungen werden mit dem Programmsystem IMMI<sup>®</sup> (Vers. 5.3.1a) durchgeführt, welches die Anwendung der erforderlichen Berechnungsmethoden ermöglicht.

Für die schalltechnische Beurteilung werden die vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) empfohlenen „Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen“<sup>10.)</sup>, das „Windenergiehandbuch“<sup>25.)</sup> (Windenergiehandbuch, Kreis Borken Stand Dezember 2008) und der „Windenergie-Erlass Nordrhein-Westfalen“<sup>11.)</sup> berücksichtigt.

## 5.2 Meteorologie

Für die Berechnungen werden folgende meteorologische Parameter berücksichtigt:

Temperatur	T	=	10° C
Luftfeuchte	F	=	70 %
Meteorologie-Faktor	C <sub>0</sub>	=	2 dB

## 5.3 Immissionsrichtwerte

Für die schalltechnische Beurteilung werden die in der TA-Lärm, Nr. 6.1, genannten Richtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden herangezogen.

Die jeweiligen Nutzungsgebiete sind wie folgt zu berücksichtigen:

Nutzung und Immissionsrichtwerte	Tag / dB(A)	Nacht / dB(A)
a) Industriegebiete	70	70
b) Gewerbegebiete	65	50
c) Kerngebiete, Dorf- u. Mischgebiete	60	45
d) allgemeine Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	55	40
e) reine Wohngebiete	50	35
f) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte

## 6. Beschreibung der geplanten Windenergieanlagen

### 6.1 Anlagenbeschreibung

Die schalltechnischen Berechnungen werden für den Anlagentyp ENERCON E-82 durchgeführt. Nachfolgend werden die Daten des geplanten Anlagentyps zusammengefasst.

<b>Anlagentyp:</b>	<b>ENERCON E-82</b>
<b>Nabenhöhe:</b>	<b>138,38 m</b>
<b>Rotordurchmesser:</b>	<b>82 m</b>
<b>Nennleistung:</b>	<b>2.000 kW</b>
<b>Leistungsregelung:</b>	<b>pitch</b>

Für den geplanten Anlagentyp liegen drei schalltechnische Messberichte vor (siehe Anhang). In der nachfolgenden Tabelle werden die Messergebnisse aufgelistet.

Messstelle	Bericht-Nr.	Leistung	Schalleistungspegel	Herstellergarantie
MÜLLER BBM	M65 333/1	2.000 kW	103,4 dB(A)	104 dB(A)
KÖTTER Cons.	Nr. 207041-01.01	2.000 kW	103,8 dB(A)	
KÖTTER Cons.	207542-01.01	2.000 kW	104,1 dB(A)	

Tabelle 3: Messberichte / ENERCON E-82

Für die schalltechnischen Berechnungen wird für den Anlagentyp ENERCON E-82 ein Schallleistungspegel von  $L_{WA} = 103,8 \text{ dB(A)}$  (Mittelwert) berücksichtigt. Zur Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze wird die Serienstreuung mit  $\sigma_P = 0,35 \text{ dB}$  und die Ungenauigkeit der Schallemissions-Vermessung mit  $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$  berücksichtigt.

## 6.2 Ton-, Impuls- und Informationshaltigkeit

Nach Empfehlung des Arbeitskreises "Geräusche von Windenergieanlagen<sup>10.)</sup>" können im Nahbereich auftretende Tonhaltigkeiten von  $K_{TN} \leq 2 \text{ dB}$  unberücksichtigt bleiben. Gemäß Windenergiehandbuch<sup>25.)</sup> soll bereits ab  $K_{TN} > 1 \text{ dB}$  ein Tonzuschlag von 3 dB berücksichtigt werden. Die vorliegenden Messberichte kommen zu dem Ergebnis, dass keine ton- und impulshaltige Schallemission gegeben ist (messtechnische Auswertung und subjektiver Eindruck).

Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass WEA mit einer immissionsrelevanten Tonhaltigkeit nicht dem Stand der Lärminderungstechnik entsprechen und daher nicht genehmigungsfähig wären.

Bei dem Betrieb von WEA treten keine informationshaltigen Geräusche auf, so dass eine besondere Berücksichtigung nicht notwendig ist.

## 6.3 Tieffrequente Geräusche

Allgemein kann gesagt werden, dass WEA keine Geräusche im Infraschallbereich (vergl. DIN 45680<sup>5.)</sup> hervorrufen, die hinsichtlich möglicher schädlicher Umwelteinwirkungen gesondert zu prüfen wären. Die von modernen WEA hervorgerufenen Schallpegel im Infraschallbereich liegen unterhalb der Wahrnehmungsschwelle des Menschen<sup>26.)</sup>. Auch neuere Empfehlungen zur Beurteilung von Infraschalleinwirkungen der Größenordnung, wie sie in der Nachbarschaft von WEA bislang nachgewiesen wurden, gehen davon aus, dass sie ursächlich nicht zu Störungen, erheblichen Belästigungen oder Geräuschbeeinträchtigungen führen<sup>15.) 18.)</sup>.

## 6.4 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Spitzenpegel von WEA können u. U. durch kurzzeitig auftretende Vorgänge beim Gieren (Betrieb der Windnachführung) oder Bremsen (z. B. wegen Überdrehzahl) auftreten. Sie dürfen gem. TA-Lärm 6.1 in der Nacht die Richtwerte um nicht mehr als 20 dB überschreiten. Üblicherweise sind bei WEA keine Spitzenpegel zu erwarten, die zu einer Überschreitung dieser Vorgabe führen.

## 6.5 Zusammenfassung der schalltechnischen Kennwerte

Die Lage der geplanten WEA ist den Übersichtskarten des Anhangs zu entnehmen. In der Tabelle 4 werden die Koordinaten und die schalltechnischen Kennwerte zusammengefasst.

Anlagentyp	Rechtswert	Hochwert	Nabenhöhe	Schalleistungspegel
WEA 24 E-82 (AG 1)	3398861	5544989	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 25 E-82 (AG 2)	3399106	5544907	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 26 E-82 (AG 3)	3399272	5544710	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 27 E-82 (AG 4)	3399575	5544994	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 28 E-82 (AG 5)	3398779	5544723	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 29 E-82 (AG 6)	3398915	5544466	138,38 m	103,8 dB(A)

Tabelle 4: Schalltechnische Kennwerte der Windenergieanlagen, Zusatzbelastung

## 7. Vorbelastung

Als schalltechnische Vorbelastung werden 23 weitere Windenergieanlagen berücksichtigt. Die in Klammern gesetzte Nummerierung wurde zur besseren Vergleichbarkeit der vom Landkreis Rhein-Hunsrück zur Verfügung gestellten Liste entnommen. In der nachfolgenden Tabelle werden die für die Berechnung verwendeten Daten zusammengefasst:

Anlagentyp	Rechtswert	Hochwert	Nabenhöhe	Schalleistungspegel
WEA 1 V90 (51)	3396071	5548097	105,00 m	103,5 dB(A)
WEA 2 V90 (48)	3395782	5547717	105,00 m	103,5 dB(A)
WEA 3 V90 (53)	3396205	5547700	105,00 m	103,5 dB(A)
WEA 4 V90 (54)	3396443	5547495	105,00 m	103,5 dB(A)
WEA 5 FL MD 70 (49)	3396054	5547233	85,00 m	103,1 dB(A)
WEA 6 FL MD 70 (52)	3396204	5547141	85,00 m	103,1 dB(A)
WEA 7 FL 1000 (50)	3396061	5547008	70,00 m	104,9 dB(A)
WEA 8 E-82 (187)	3398330	5549263	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 9 E-82 (189)	3398371	5549005	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 10 E-82 (186)	3398696	5549513	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 11 E-82 (188)	3398730	5549264	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 12 E-82 (190)	3398816	5549018	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 13 E-82 (191)	3399412	5548826	138,38 m	103,8 dB(A)
WEA 14 E-70 E4 (80)	3401995	5548310	113,50 m	104,2 dB(A)
WEA 15 E-82 (82)	3402030	5548055	108,38 m	103,8 dB(A)
WEA 16 E-70 E4 (83)	3402032	5547840	113,50 m	104,2 dB(A)
WEA 17 E-70 E4 (81)	3402025	5547615	113,50 m	104,2 dB(A)
WEA 18 E-82 (84)	3402045	5547375	108,38 m	103,8 dB(A)
WEA 19 E-70 E4 (85)	3402050	5547140	113,50 m	104,2 dB(A)
WEA 20 E-70 E4 (86)	3402055	5546935	113,50 m	104,2 dB(A)
WEA 21 E-70 E4 (87)	3402105	5546725	113,50 m	104,2 dB(A)
WEA 22 E-70 E4 (88)	3402180	5546530	113,50 m	104,2 dB(A)
WEA 23 E-70 E4 (132)	3402300	5546360	113,50 m	104,2 dB(A)

Tabelle 5: Schalltechnische Kennwerte der Windenergieanlagen, Vorbelastung

Für die Berechnungen wurden für die einzelnen Anlagentypen Schallleistungspegel verwendet, die, sofern drei Messberichte vorliegen, dem Mittelwert entsprechen. Liegen keine drei Messberichte vor, wird der maximale Schallleistungspegel für die Berechnungen verwendet. Eine Auflistung mit den Messberichten und jeweiligen Messergebnissen ist dem Anhang beigelegt. Zur Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze werden in Abhängigkeit der vorliegenden Messberichte folgende Parameter berücksichtigt:

Anlagentyp	Serienstreuung $\sigma_P$	Ungenauigkeit der Schallemissions-Vermessung $\sigma_R$
ENERCON E-70 E4	1,22 dB	0,5 dB
ENERCON E-82	0,35 dB	0,5 dB
Fuhrländer FL 1000	1,22 dB	1,5 dB
Fuhrländer FL MD 70	1,22 dB	1,5 dB
Vestas V-90	0,32 dB	0,5 dB

Tabelle 6: Parameter zur Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze

## 8. Immissionspunkte

Gemäß TA-Lärm Nr. 2.2 sind die Flächen dem Einwirkungsbereich zuzuordnen, in denen die von der Anlage ausgehenden Geräusche einen Beurteilungspegel verursachen, der weniger als 10 dB unter dem für diese Fläche maßgebenden Immissionsrichtwert liegt. Das zusätzliche Kriterium der Geräuschspitzen muss im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt werden.

Unabhängig von den Einwirkungsbereichen werden bei den Berechnungen insgesamt fünf Immissionspunkte berücksichtigt. Die Lage der Immissionspunkte ist den Übersichtskarten im Anhang zu entnehmen und wurde vor Ort (Ortsbegehung am 20.03.2009) geprüft. Es konnte festgestellt werden, dass keine Gebäudeanordnungen gegeben sind, die zu möglichen Schallreflexionen führen.

Die Koordinaten sind der in Tabelle 1 genannten digitalen Topographischen Karte (DTK 5) entnommen.

Die Bezeichnung und die Koordinaten der Immissionspunkte sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Bezeichnung	Höhe ü. Grund	Rechtswert	Hochwert	Richtwert Nacht
IP 1 Fichtenweg	5,6 m	3399891	5543906	40 dB(A)
IP 2 Wiesengrund	5,6 m	3397990	5544198	45 dB(A)
IP 3 Klumpenmühle	8,4 m	3397950	5544410	45 dB(A)
IP 4 Weirichsmühle	8,4 m	3398404	5545260	45 dB(A)
IP 5 Zum Drillchen	5,6 m	3399214	5545923	45 dB(A)

Tabelle 7: Immissionspunkte

Der Immissionspunkt IP 1 befindet sich am nordwestlichen Ortsrand der Ortschaft Benzweiler. Gemäß Auskunft der Verbandsgemeinde Rheinböllen handelt es sich um ein "Allgemeines Wohngebiet".

Der Immissionspunkt IP 2 liegt am nördlichen Ortsrand der Ortschaft Bergenhausen, an der Straße "Wiesengrund".

Die Immissionspunkte IP 3 und IP 4 befinden im Außenbereich, südwestlich bzw. nordwestlich der geplanten Windenergieanlagen.

Der Immissionspunkt IP 5 liegt nördlich der geplanten Windenergieanlagen, am südlichen Rand der Ortschaft Steinbach. Gemäß Bebauungsplan "Auf dem Kuhstück" der Ortsgemeinde Steinbach handelt es sich um ein "Dorfgebiet".

Für die schalltechnische Beurteilung wird für den Immissionspunkt IP 1 für die Nachtzeit ein Immissionsrichtwert von 40 dB(A), entsprechend der Schutzbedürftigkeit von "Allgemeinen Wohngebieten", berücksichtigt. Für die Immissionspunkte IP 2 bis IP 5 wird für die Nachtzeit ein Immissionsrichtwert von 45 dB(A), entsprechend der Schutzbedürftigkeit von Misch-Dorfgebieten, berücksichtigt.

## 9. Rechenergebnisse und Beurteilung

### 9.1 Rechenergebnisse

Gemäß TA-Lärm muss zur schalltechnischen Beurteilung die Gesamtbelastung an dem jeweiligen Immissionspunkt ermittelt werden (Abschnitt 2.4 der TA-Lärm). Sie setzt sich aus der Vorbelastung (23 weitere Windenergieanlagen) und der Zusatzbelastung (sechs geplante Windenergieanlagen) zusammen.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Schallimmissionspegel für die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung für die Nachtzeit aufgelistet und den zulässigen Immissionsrichtwerten gegenübergestellt.

Immissionspunkt	IRW / Nacht	Vorbelastung	Zusatzbelastung	Gesamtbelastung	$\Delta L$ (IRW-Gesamtbelastung)
IP 1 Fichtenweg	40 dB(A)	21,9 dB(A)	36,8 dB(A)	36,9 dB(A)	3,1 dB
IP 2 Wiesengrund	45 dB(A)	22,0 dB(A)	36,4 dB(A)	36,5 dB(A)	8,5 dB
IP 3 Klumpenmühle	45 dB(A)	22,8 dB(A)	37,7 dB(A)	37,8 dB(A)	7,2 dB
IP 4 Weirichsmühle	45 dB(A)	25,3 dB(A)	42,5 dB(A)	42,6 dB(A)	2,4 dB
IP 5 Zum Drillchen	45 dB(A)	27,6 dB(A)	37,9 dB(A)	38,3 dB(A)	6,7 dB

Tabelle 8: Schallimmissionspegel, ohne oberen Vertrauensbereich

Wie die Ergebnisse in Tabelle 8 zeigen, wird der Immissionsrichtwert durch die Gesamtbelastung in der Nachtzeit an keinem Immissionspunkt überschritten. Die Schallimmissionspegel der Gesamtbelastung liegen an allen Immissionspunkten um mindestens 2,4 dB unter dem jeweiligen Immissionsrichtwert.

Um Windenergieanlagen als genehmigungsfähig einzustufen, muss sichergestellt sein, dass die zulässigen Immissionsrichtwerte „sicher“ nicht überschritten werden. Dies ergibt sich aus der Forderung der TA-Lärm nach einer Aussage zur Prognosequalität. Hierauf wird im nächsten Abschnitt eingegangen.

## 9.2 Qualität der Prognose, Beurteilung der Ergebnisse

Für eine Schallimmissionsprognose fordert die TA-Lärm eine Aussage zur Prognosequalität. Anforderungen an Art und Umfang der Prognosequalität werden nicht näher beschrieben. Dies hat zur Konsequenz, dass die Beurteilung einer Schallimmissionsprognose bei Genehmigungsbehörden unterschiedlich gehandhabt wird.

Aus diesem Grund wird in <sup>10)</sup> gefordert, dass bei einer Schallimmissionsprognose der Nachweis zu führen ist, dass die obere Vertrauensbereichsgrenze aller Unsicherheiten (Emissionsdaten und Ausbreitungsrechnung) der nach TA-Lärm ermittelten Beurteilungspegel mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % den jeweils zulässigen Immissionsrichtwert einhält. Die Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze erfolgt entsprechend der in dem „Windenergiehandbuch“ (Windenergiehandbuch, Kreis Borken Stand Dezember 2008) beschriebenen Vorgehensweise mit der Annahme, dass nicht für alle Faktoren eine statistische Unabhängigkeit gegeben ist.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Schallimmissionsprognose und die Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze für die fünf Immissionspunkte für die Zusatz- und Gesamtbelastung zusammengefasst.

Die Unsicherheit des Prognosemodells für die Schallausbreitungsrechnung wird mit  $\sigma_P = 1,5$  dB berücksichtigt. Alle weiteren Daten sind dem Anhang zu entnehmen bzw. sind in den Abschnitten 6 und 7 dieser Ausarbeitung beschrieben.

Immissionspunkt	IRW / Nacht	Zusatzbelastung	Oberer Vertrauensbereich $L_{o,90}$ (gerundet)	$\Delta L$ (IRW- $L_{o,90}$ )
IP 1 Fichtenweg	40 dB(A)	36,8 dB(A)	39 dB(A)	1 dB
IP 2 Wiesengrund	45 dB(A)	36,4 dB(A)	39 dB(A)	6 dB
IP 3 Klumpenmühle	45 dB(A)	37,7 dB(A)	40 dB(A)	5 dB
IP 4 Weirichsmühle	45 dB(A)	42,5 dB(A)	45 dB(A)	0 dB
IP 5 Zum Drillchen	45 dB(A)	37,9 dB(A)	40 dB(A)	5 dB

Tabelle 9: Beurteilungspegel inkl. oberer Vertrauensbereichsgrenze (Zusatzbelastung)

Immissionspunkt	IRW / Nacht	Gesamtbelastung	Oberer Vertrauensbereich $L_{o,90}$ (gerundet)	$\Delta L$ (IRW- $L_{o,90}$ )
IP 1 Fichtenweg	40 dB(A)	36,9 dB(A)	39 dB(A)	1 dB
IP 2 Wiesengrund	45 dB(A)	36,5 dB(A)	39 dB(A)	6 dB
IP 3 Klumpenmühle	45 dB(A)	37,8 dB(A)	40 dB(A)	5 dB
IP 4 Weirichsmühle	45 dB(A)	42,6 dB(A)	45 dB(A)	0 dB
IP 5 Zum Drillchen	45 dB(A)	38,3 dB(A)	40 dB(A)	5 dB

Tabelle 10: Beurteilungspegel inkl. oberer Vertrauensbereichsgrenze (Gesamtbelastung)

Die Ermittlung der oberen Vertrauensbereichsgrenze für die Schallimmissionspegel führt zu dem Ergebnis, dass die Immissionsrichtwerte für die Nachtzeit durch die Gesamtbelastung an keinem Immissionspunkt überschritten werden. Am Immissionspunkt IP 4 wird der Immissionsrichtwert ausgeschöpft. Am Immissionspunkt IP 1 wird der Immissionsrichtwert um 1 dB und an den Immissionspunkten IP 2, IP 3 und IP 5 um mindestens 5 dB unterschritten.

Aus Sicht des Schallimmissionsschutzes bestehen unter den dargestellten Bedingungen keine Bedenken gegen die Errichtung und den Betrieb der sechs geplanten Windenergieanlagen.

## 10. Zusammenfassung

Am Standort Rayerschied ist die Errichtung und der Betrieb von sechs Windenergieanlagen vom Typ ENERCON E-82 mit einer Nabenhöhe von 138,38 m geplant.

Für den geplanten Anlagentyp liegen für den leistungsoptimierten Betrieb (Nennleistung 2.000 kW) drei schalltechnische Messberichte vor. Dabei wurden Schallleistungspegel von  $L_{WA} = 103,4 \text{ dB(A)}$ ,  $L_{WA} = 103,8 \text{ dB(A)}$  und  $L_{WA} = 104,1 \text{ dB(A)}$  ermittelt. Für die Schallimmissionsprognose wurde ein Mittelwert von  $103,8 \text{ dB(A)}$  berücksichtigt.

Wie die Berechnungsergebnisse in Abschnitt 9 zeigen, werden die zulässigen Immissionsrichtwerte für die Nachtzeit bei der umliegenden Wohnbebauung durch den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung (Oberer Vertrauensbereich) an allen Immissionspunkten sicher nicht überschritten. Damit ist der Nachweis geführt, dass unter den dargestellten Bedingungen aus Sicht des Schallimmissionsschutzes keine Bedenken gegen die Errichtung und den Betrieb der sechs geplanten Windenergieanlagen bestehen.

Dieses Gutachten umfasst insgesamt zehn Textseiten und zusätzlich den im Anhangsverzeichnis aufgelisteten Anhang. Es darf nur in seiner Gesamtheit verwendet werden.

Aurich, den 18. Mai 2009

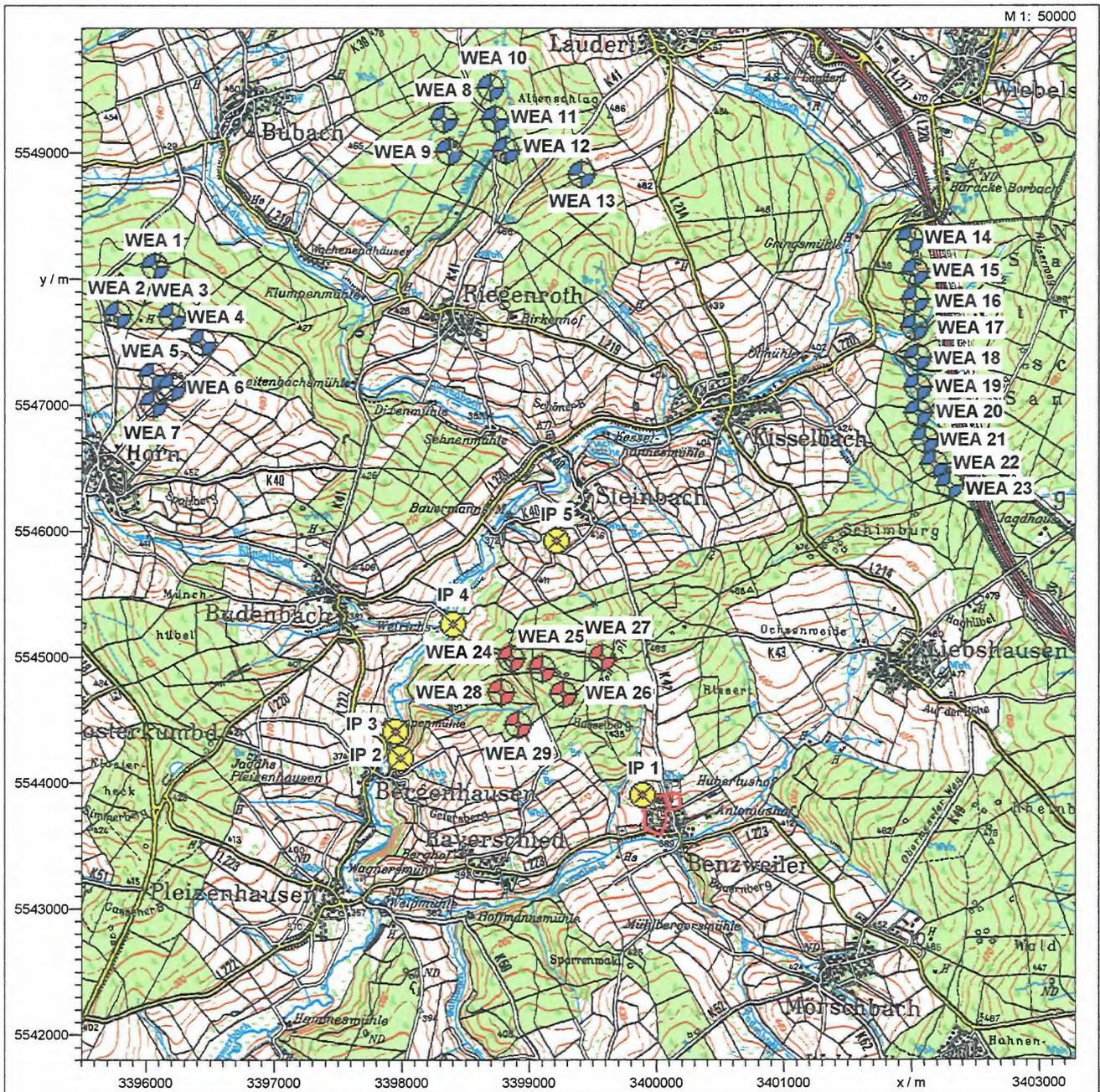


## Übersichtskarten

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

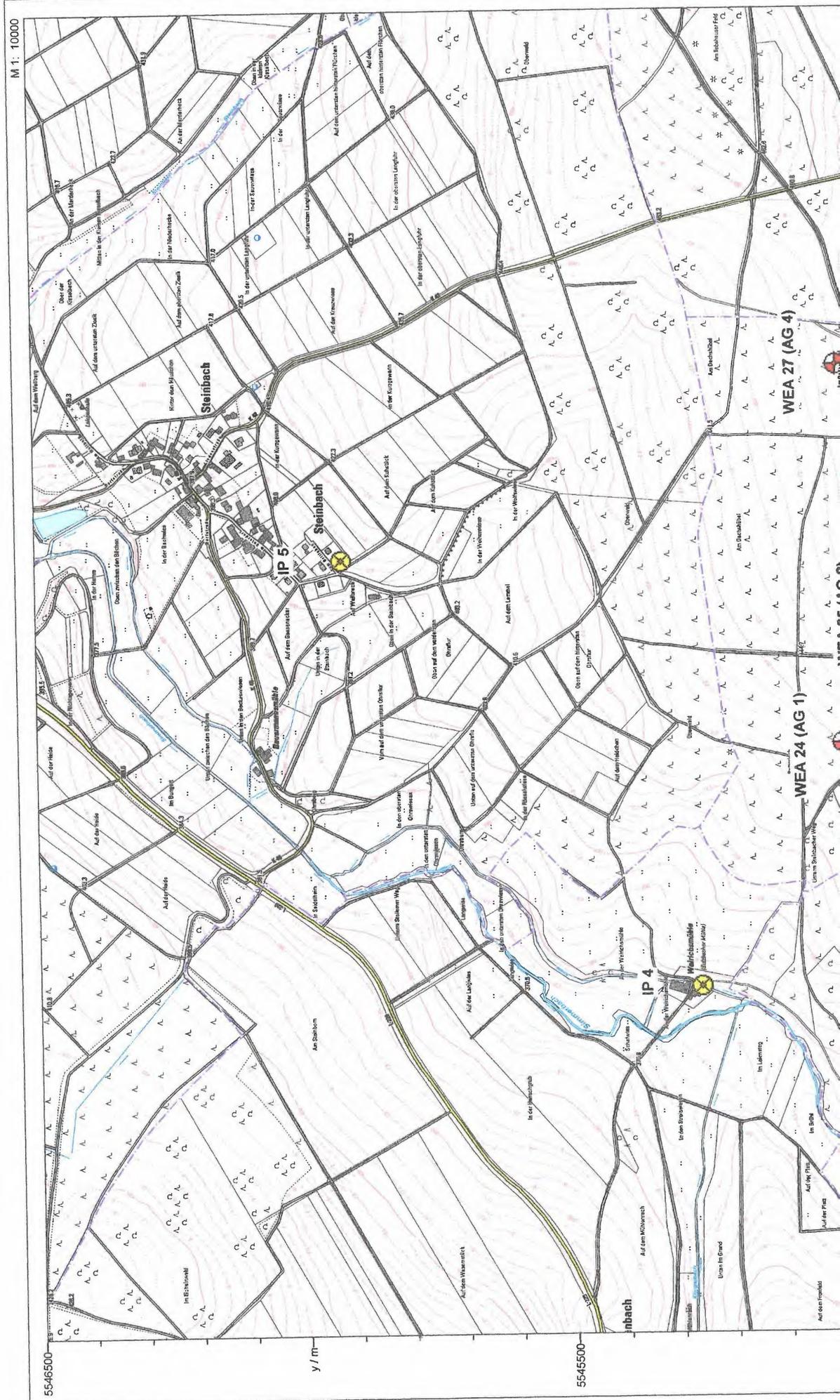
Übersichtskarte:

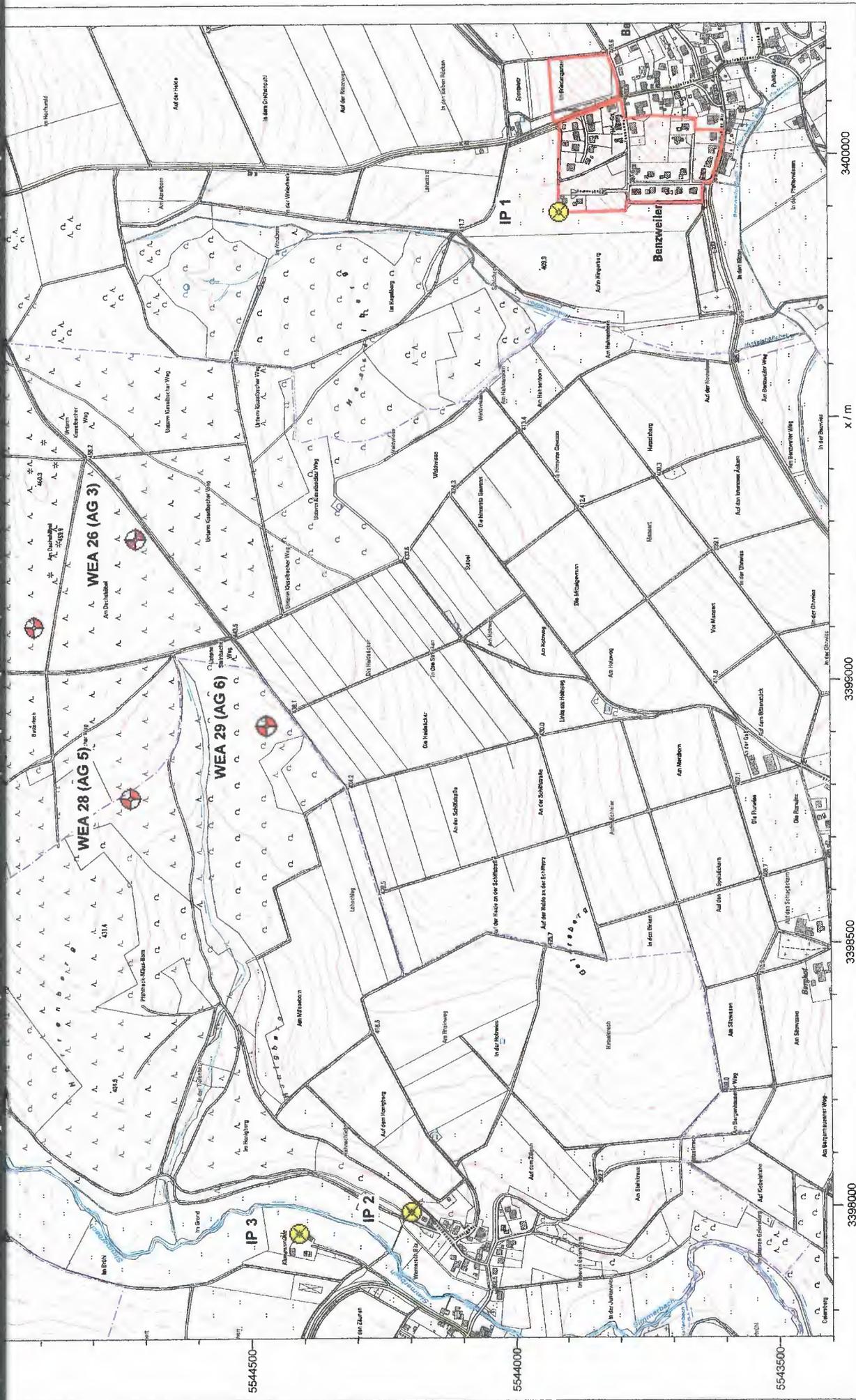
Windenergieanlagen und Immissionspunkte





# Übersichtskarte: Geplante Windenergieanlagen und Immissionspunkte





3400000

x / m

3398000

3398500

3398000

5544500

5544000

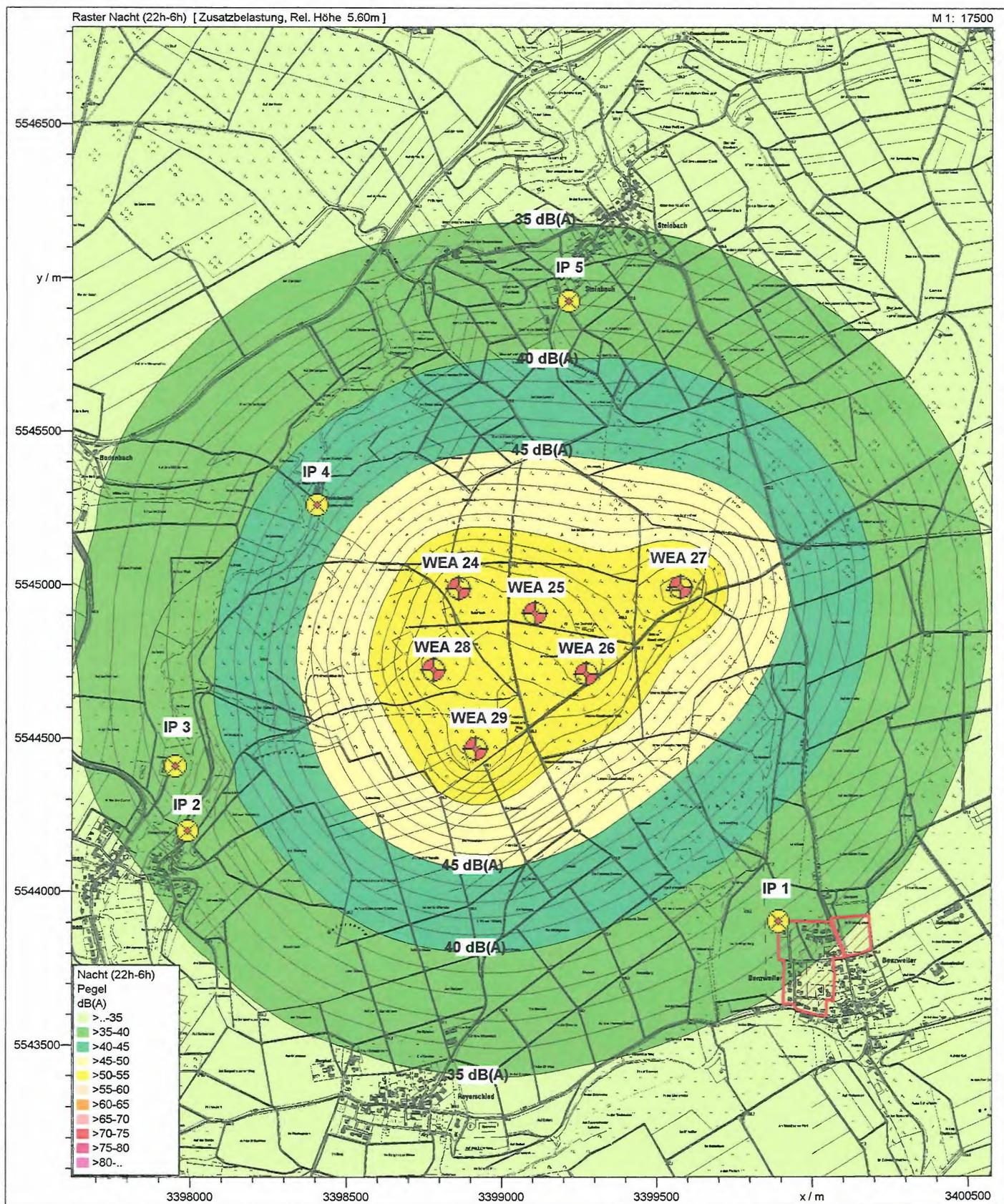
5543500



**Schallimmissionsraster**  
**Zusatz- und Gesamtbelastung**

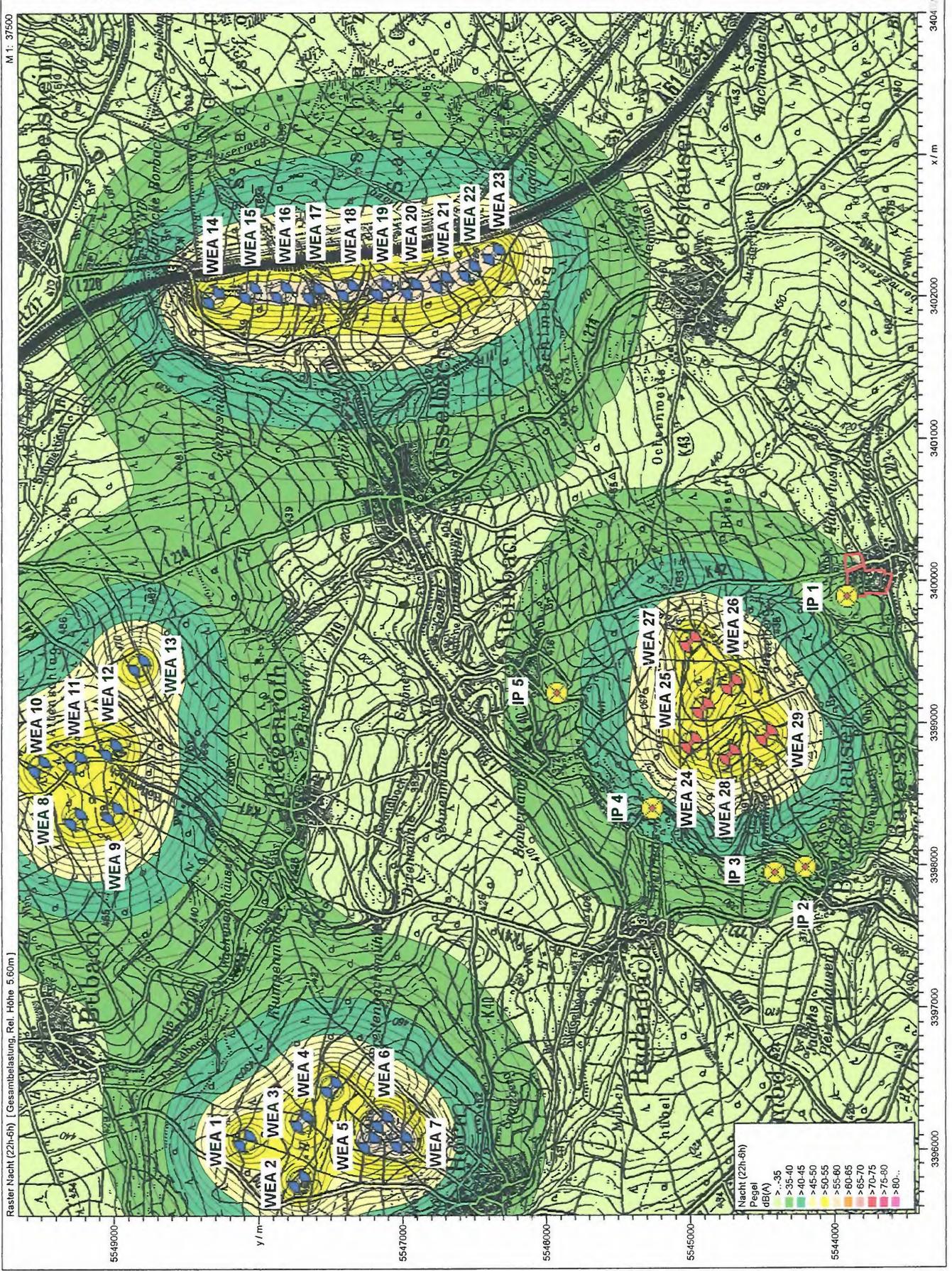
Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

# Schallimmissionsraster / Zusatzbelastung





# Schallmissionsraster / Gesamtbelastung





## **Datensatz**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

IEL GmbH

Projekt: Rayerschied

Kirchdorfer Straße 26

U:\ ... 2532-09-L1.IPR

26603 Aurich

Datensatz

Arbeitsbereich										
x min	x max	y min	y max	z min	z max	z1	z2	z3	z4	
/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m
3395500,00	3404000,00	5541800,00	5550000,00	0,00	1000,00	390,00	430,00	470,00	440,00	

Rechenmodell			
Freifeld vor Reflexionsflächen /m	1,00		
Haus: weißer Rand bei Raster	Nein		
<b>Frequenzen</b>			
Spektrrentyp	Summen-Pegel (A)		
Erstes Frequenzband	0 Hz		
Letztes Frequenzband	0 Hz		
<b>Berechnung für IPKT</b>	Referenzeinstellung		
Berechnung für Raster	Referenzeinstellung		
<b>Parameter</b>	Referenzeinstellung	IPKT-Berechnung	Rasterberechnung
Projektion von Linienquellen	Ja	Ja	Nein
Projektion von Flächenquellen	Ja	Ja	Nein
Mindestlänge für Teilstücke /m	1,0	1,0	1,0
Zus. Faktor für Abstandskriterium	1,0	1,0	1,0
Reichweite von Quellen begrenzen	Nein	Nein	Ja
Mindest-Pegelabstand /dB	Nein	Nein	30,0
Einfügungsdämpfung begrenzen	Ja	Ja	Ja
Grenzwert gemäß Regelwerk	Ja	Ja	Ja
Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613			
Seitlicher Umweg	Ja	Ja	Ja
Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen	Nein	Nein	Nein
<b>Reflexion (max. Ordnung)</b>	1	1	1
Spiegelquellen durch Projektion	Ja	Nein	Nein
Keine Refl. bei vollständiger Abschirmung	Ja	Nein	Nein
Reichweite von Refl.Flächen begrenzen /m	Nein	Nein	200,0m
Strahlen als Hilfslinien sichern	Nein	Nein	Nein
<b>Bei Mehrfachreflexion:</b>			
Winkelschrittweite (x-y)°			
Winkelschrittweite (z)°			
maximale Reflexionsweglänge			
in Vielfachen des direkten Abstandes			
Strahlverzweigung an Refl.Flächen			

Parameter der ISO 9613						
Mitwind-Wetterlage	Mittlere Temperatur	Relative Feuchte	G	Spektrrentyp für die Berechnung	Bodendämpfung vereinfacht	C0 /dB
Nein	10°C	70%	0,00	Summen-Pegel (A)	Ja	2,00

Verfügbare Raster												
Bezeichnung	x min	x max	dx	y min	y max	dy	nx	ny	Bezug	Höhe /m	Bereich	
/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m						
Raster	3395500,00	3404000,00	50,00	5541800,00	5550000,00	50,00	171	165	relativ	5,60	Rechteck	

Verfügbare Koordinatensysteme										
Name	P1.x	P1.y	P1.z	P2.x	P2.y	P2.z	P3.x	P3.y	P3.z	
/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m	/m
Globales System	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	
Ebene XZ (von vorn)	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	
Ebene YZ (von re)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	

Zuordnung von Elementgruppen zu den Varianten						
Elementgruppen	Basislastfall	VB-E-70 E4	VB-E-82	VB-FL 1000	VB-FL MD 70	VB-Vestas 90
Immissionspunkte	+	+	+	+		+
E-82 Planung	+					
VB-E-70 E4	+	+				
VB-E-82	+		+			
VB-FL 1000	+			+		
VB-FL MD 70	+				+	
VB-Vestas V90	+					+
Hilfslinien	+					
Höhenlinien	+	+	+	+	+	+

Elementgruppen, Varianten					
Elementgruppen	Vorbelastung	Zusatzbelastung	Alle E-82	Gesamtbelastung	
Immissionspunkte	+	+	+	+	
E-82 Planung		+	+	+	
VB-E-70 E4	+			+	
VB-E-82	+		+	+	
VB-FL 1000	+			+	
VB-FL MD 70	+			+	
VB-Vestas V90	+			+	
Hilfslinien					
Höhenlinien	+	+	+	+	

IEL GmbH

Kirchdorfer Straße 26

26603 Aurich

Projekt: Rayerschied

U:\ ... 2532-09-L1.IPR

Datensatz

Immissionspunkt											Basislastfall	
Element	Bezeichnung	Elementgruppe	ZA	x /m	y /m	z /m	Nutzung	Ruhezeit-zuschlag	Emiss.-Variante	Richtwerte /dB(A)		
IPkt001	IP 1 Fichtenweg	Immissionspunkte	4	3399891,00	5543906,00	5,60 R	Allg. Wohngebiet	Ja	Tag Nacht Ruhe	55,0 40,0 55,0		
IPkt002	IP 2 Wiesengrund	Immissionspunkte	4	3397990,00	5544198,00	5,60 R	Kern/Dorf/Misch	Nein	Tag Nacht Ruhe	60,0 45,0 60,0		
IPkt003	IP 3 Klumpenmühle	Immissionspunkte	4	3397950,32	5544409,58	8,40 R	Kern/Dorf/Misch	Nein	Tag Nacht Ruhe	60,0 45,0 60,0		
IPkt004	IP 4 Weirichsmühle	Immissionspunkte	4	3398404,00	5545260,00	8,40 R	Kern/Dorf/Misch	Nein	Tag Nacht Ruhe	60,0 45,0 60,0		
IPkt005	IP 5 Zum Drilichen	Immissionspunkte	4	3399214,00	5545923,00	5,60 R	Kern/Dorf/Misch	Nein	Tag Nacht Ruhe	60,0 45,0 60,0		

Punkt-SQ /Iso 9613											Basislastfall	
Element	Bezeichnung	Elementgruppe	ZA	x /m	y /m	z /m	hche Quelle	DO /dB	Spektrum	Emiss.-Variante		Lw /dB(A)
EZQ001	WEA 1 V90 (51)	VB-Vestas V90	5	3396071,00	5548097,00	105,00 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,5 103,5 103,5
EZQ002	WEA 2 V90 (48)	VB-Vestas V90	5	3395782,00	5547717,00	105,00 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,5 103,5 103,5
EZQ003	WEA 3 V90 (53)	VB-Vestas V90	5	3396205,00	5547700,00	105,00 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,5 103,5 103,5
EZQ004	WEA 4 V90 (54)	VB-Vestas V90	5	3396443,00	5547495,00	105,00 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,5 103,5 103,5
EZQ005	WEA 5 FL MD 70 (49)	VB-FL MD 70	5	3396054,00	5547233,00	85,00 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,1 103,1 103,1
EZQ006	WEA 6 FL MD 70 (52)	VB-FL MD 70	5	3396204,00	5547141,00	85,00 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,1 103,1 103,1
EZQ007	WEA 7 FL 1000 (50)	VB-FL 1000	5	3396061,00	5547008,00	70,00 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		104,9 104,9 104,9
EZQ008	WEA 8 E-82 (187)	VB-E-82	5	3398330,00	5549263,00	138,38 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,8 103,8 103,8
EZQ009	WEA 9 E-82 (189)	VB-E-82	5	3398371,00	5549005,00	138,38 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,8 103,8 103,8
EZQ010	WEA 10 E-82 (186)	VB-E-82	5	3398696,00	5549513,00	138,38 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,8 103,8 103,8
EZQ011	WEA 11 E-82 (188)	VB-E-82	5	3398730,00	5549264,00	138,38 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,8 103,8 103,8
EZQ012	WEA 12 E-82 (190)	VB-E-82	5	3398816,00	5549018,00	138,38 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,8 103,8 103,8
EZQ013	WEA 13 E-82 (191)	VB-E-82	5	3399412,00	5548826,00	138,38 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,8 103,8 103,8
EZQ014	WEA 14 E-70 E4 (80)	VB-E-70 E4	5	3401995,00	5548310,00	113,50 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		104,2 104,2 104,2
EZQ015	WEA 15 E-82 (82)	VB-E-82	10	3402030,00	5548055,00	108,38 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,8 103,8 103,8
EZQ016	WEA 16 E-70 E4 (83)	VB-E-70 E4	5	3402032,00	5547840,00	113,50 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		104,2 104,2 104,2
EZQ017	WEA 17 E-70 E4 (81)	VB-E-70 E4	5	3402025,00	5547615,00	113,50 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		104,2 104,2 104,2
EZQ018	WEA 18 E-82 (84)	VB-E-82	5	3402045,00	5547375,00	108,38 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		103,8 103,8 103,8
EZQ019	WEA 19 E-70 E4 (85)	VB-E-70 E4	5	3402050,00	5547140,00	113,50 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		104,2 104,2 104,2
EZQ020	WEA 20 E-70 E4 (86)	VB-E-70 E4	5	3402055,00	5546935,00	113,50 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		104,2 104,2 104,2
EZQ021	WEA 21 E-70 E4 (87)	VB-E-70 E4	5	3402105,00	5546725,00	113,50 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht Ruhe		104,2 104,2 104,2
EZQ022	WEA 22 E-70 E4 (88)	VB-E-70 E4	5	3402180,00	5546530,00	113,50 R		0,0	A-Pegel	Tag Nacht		104,2 104,2

Punkt-SQ / Iso 9613												Basislastfall	
Element	Bezeichnung	Elementgruppe	ZA	x /m	y /m	z /m	hohe Quelle	D0 /dB	Spektrum	Emiss- Variante		Lw /dB(A)	
EZQi023	WEA 23 E-70 E4 (132)	VB-E-70 E4	5	3402300,00	5546360,00	113,50	R	0,0	A-Pegel	Ruhe		104,2	
										Tag		104,2	
										Nacht		104,2	
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	E-82 Planung	3	3398861,00	5544989,00	138,38	R	0,0	A-Pegel	Tag		103,8	
										Nacht		103,8	
										Ruhe		103,8	
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	E-82 Planung	3	3399106,00	5544907,00	138,38	R	0,0	A-Pegel	Tag		103,8	
										Nacht		103,8	
										Ruhe		103,8	
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	E-82 Planung	3	3399272,00	5544710,00	138,38	R	0,0	A-Pegel	Tag		103,8	
										Nacht		103,8	
										Ruhe		103,8	
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	E-82 Planung	3	3399575,00	5544994,00	138,38	R	0,0	A-Pegel	Tag		103,8	
										Nacht		103,8	
										Ruhe		103,8	
EZQi028	WEA 28 E-82 (AG 5)	E-82 Planung	3	3398779,00	5544723,00	138,38	R	0,0	A-Pegel	Tag		103,8	
										Nacht		103,8	
										Ruhe		103,8	
EZQi029	WEA 29 E-82 (AG 6)	E-82 Planung	3	3398915,00	5544466,00	138,38	R	0,0	A-Pegel	Tag		103,8	
										Nacht		103,8	
										Ruhe		103,8	

Punkt-SQ / Iso 9613												Basislastfall	
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.											
EZQi001	WEA 1 V90 (51)	Tag	Emission /dB(A)	103,5									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,5									
EZQi002	WEA 2 V90 (48)	Tag	Emission /dB(A)	103,5									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,5									
EZQi003	WEA 3 V90 (53)	Tag	Emission /dB(A)	103,5									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,5									
EZQi004	WEA 4 V90 (54)	Tag	Emission /dB(A)	103,5									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,5									
EZQi005	WEA 5 FL MD 70 (49)	Tag	Emission /dB(A)	103,1									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,1									
EZQi006	WEA 6 FL MD 70 (52)	Tag	Emission /dB(A)	103,1									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,1									
EZQi007	WEA 7 FL 1000 (50)	Tag	Emission /dB(A)	104,9									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	104,9									
EZQi008	WEA 8 E-82 (187)	Tag	Emission /dB(A)	103,8									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,8									
EZQi009	WEA 9 E-82 (189)	Tag	Emission /dB(A)	103,8									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,8									
EZQi010	WEA 10 E-82 (186)	Tag	Emission /dB(A)	103,8									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,8									
EZQi011	WEA 11 E-82 (188)	Tag	Emission /dB(A)	103,8									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,8									
EZQi012	WEA 12 E-82 (190)	Tag	Emission /dB(A)	103,8									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,8									
EZQi013	WEA 13 E-82 (191)	Tag	Emission /dB(A)	103,8									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	103,8									
EZQi014	WEA 14 E-70 E4 (80)	Tag	Emission /dB(A)	104,2									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										
			Lw /dB(A)	104,2									
EZQi015	WEA 15 E-82 (82)	Tag	Emission /dB(A)	103,8									
			Dämmwert /dB										
			Zuschlag /dB										

IEL GmbH

Kirchdorfer Straße 26

26603 Aurich

Projekt: Rayerschied

U:\ ... 2532-09-L1.IPR

Datensatz

Punkt-SQ / Iso 9613				Basislastfall													
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.															
			Lw /dB(A)	103,8													
EZQi016	WEA 16 E-70 E4 (83)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2 104,2 104,2													
EZQi017	WEA 17 E-70 E4 (81)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2 104,2 104,2													
EZQi018	WEA 18 E-82 (84)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8 103,8 103,8													
EZQi019	WEA 19 E-70 E4 (85)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2 104,2 104,2													
EZQi020	WEA 20 E-70 E4 (86)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2 104,2 104,2													
EZQi021	WEA 21 E-70 E4 (87)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2 104,2 104,2													
EZQi022	WEA 22 E-70 E4 (88)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2 104,2 104,2													
EZQi023	WEA 23 E-70 E4 (132)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2 104,2 104,2													
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8 103,8 103,8													
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8 103,8 103,8													
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8 103,8 103,8													
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8 103,8 103,8													
EZQi028	WEA 28 E-82 (AG 5)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8 103,8 103,8													
EZQi029	WEA 29 E-82 (AG 6)	Tag	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8 103,8 103,8													

Punkt-SQ / Iso 9613				Basislastfall													
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.															
EZQi001	WEA 1 V90 (51)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,5 103,5 103,5 103,5													
EZQi002	WEA 2 V90 (48)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,5 103,5 103,5 103,5													
EZQi003	WEA 3 V90 (53)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,5 103,5 103,5 103,5													
EZQi004	WEA 4 V90 (54)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,5 103,5 103,5 103,5													
EZQi005	WEA 5 FL MD 70 (49)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,1 103,1 103,1 103,1													
EZQi006	WEA 6 FL MD 70 (52)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,1 103,1 103,1 103,1													

Punkt-SQ / Iso 9613										Basislastfall
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.								
EZQi007	WEA 7 FL 1000 (50)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,9 104,9						
EZQi008	WEA 8 E-82 (187)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi009	WEA 9 E-82 (189)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi010	WEA 10 E-82 (186)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi011	WEA 11 E-82 (188)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi012	WEA 12 E-82 (190)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi013	WEA 13 E-82 (191)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi014	WEA 14 E-70 E4 (80)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2						
EZQi015	WEA 15 E-82 (82)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi016	WEA 16 E-70 E4 (83)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2						
EZQi017	WEA 17 E-70 E4 (81)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2						
EZQi018	WEA 18 E-82 (84)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi019	WEA 19 E-70 E4 (85)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2						
EZQi020	WEA 20 E-70 E4 (86)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2						
EZQi021	WEA 21 E-70 E4 (87)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2						
EZQi022	WEA 22 E-70 E4 (88)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2						
EZQi023	WEA 23 E-70 E4 (132)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2 104,2						
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8 103,8						

IEL GmbH

Kirchdorfer Straße 26

26603 Aurich

Projekt: Rayerschied

U:\ ... 2532-09-L1.IPR

Datensatz

Punkt-SQ /iso 9613										Basislastfall
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.								
EZQI028	WEA 28 E-82 (AG 5)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						
EZQI029	WEA 29 E-82 (AG 6)	Nacht	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						

Punkt-SQ /iso 9613										Basislastfall
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.								
EZQI001	WEA 1 V90 (51)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,5						
EZQI002	WEA 2 V90 (48)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,5						
EZQI003	WEA 3 V90 (53)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,5						
EZQI004	WEA 4 V90 (54)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,5						
EZQI005	WEA 5 FL MD 70 (49)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,1						
EZQI006	WEA 6 FL MD 70 (52)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,1						
EZQI007	WEA 7 FL 1000 (50)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,9						
EZQI008	WEA 8 E-82 (187)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						
EZQI009	WEA 9 E-82 (189)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						
EZQI010	WEA 10 E-82 (186)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						
EZQI011	WEA 11 E-82 (188)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						
EZQI012	WEA 12 E-82 (190)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						
EZQI013	WEA 13 E-82 (191)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						
EZQI014	WEA 14 E-70 E4 (80)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2						
EZQI015	WEA 15 E-82 (82)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						
EZQI016	WEA 16 E-70 E4 (83)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2						
EZQI017	WEA 17 E-70 E4 (81)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2						
EZQI018	WEA 18 E-82 (84)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8						
EZQI019	WEA 19 E-70 E4 (85)	Ruhe	Emission /dB(A)	104,2						

Punkt-SQ /iso 9613			Basislastfall												
Element	Bezeichnung	Emiss.-Var.													
			Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2											
EZQi020	WEA 20 E-70 E4 (86)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2											
EZQi021	WEA 21 E-70 E4 (87)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2											
EZQi022	WEA 22 E-70 E4 (88)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2											
EZQi023	WEA 23 E-70 E4 (132)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	104,2											
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8											
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8											
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8											
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8											
EZQi028	WEA 28 E-82 (AG 5)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8											
EZQi029	WEA 29 E-82 (AG 6)	Ruhe	Emission /dB(A) Dämmwert /dB Zuschlag /dB Lw /dB(A)	103,8											

Punkt-SQ /iso 9613								Basislastfall			
Element	Bezeichnung	Beurteilungs-Vorschrift	Spitzenpeg. /dB(A)	Impuls-Z. /dB	Info-Z. /dB	Ton-Z. /dB	Extra-Z. /dB				
EZQi001	WEA 1 V90 (51)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi002	WEA 2 V90 (48)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi003	WEA 3 V90 (53)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi004	WEA 4 V90 (54)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi005	WEA 5 FL MD 70 (49)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi006	WEA 6 FL MD 70 (52)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi007	WEA 7 FL 1000 (50)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi008	WEA 8 E-82 (187)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi009	WEA 9 E-82 (189)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi010	WEA 10 E-82 (186)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi011	WEA 11 E-82 (188)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi012	WEA 12 E-82 (190)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi013	WEA 13 E-82 (191)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi014	WEA 14 E-70 E4 (80)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi015	WEA 15 E-82 (82)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi016	WEA 16 E-70 E4 (83)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi017	WEA 17 E-70 E4 (81)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi018	WEA 18 E-82 (84)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi019	WEA 19 E-70 E4 (85)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi020	WEA 20 E-70 E4 (86)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi021	WEA 21 E-70 E4 (87)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi022	WEA 22 E-70 E4 (88)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi023	WEA 23 E-70 E4 (132)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi028	WEA 28 E-82 (AG 5)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				
EZQi029	WEA 29 E-82 (AG 6)	TA Lärm (1998)		0,0	0,0	0,0	0,0				

Punkt-SQ /iso 9613												Basislastfall (ohne Ruhezeitzuschlag)		
Element	Bezeichnung	Beurteilungszeitraum	Dauer BZR /h	Zeitzone	Dauer ZZ /h	Emiss- variante	Lw /dB(A)	n- mal	Einwirk- zeit /h	dLi /dB	Lwr /dB(A)			
EZQi001	WEA 1 V90 (51)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h)	1,00	Ruhe	103,5	1	1,0000	-12,0	103,5			
				Werktag (7h-20h)	13,00	Tag	103,5	1	13,0000	-0,9				
				Werktag,RZ(20h-22h)	2,00	Ruhe	103,5	1	2,0000	-9,0				
		Sonntag (6h-22h)	16,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	103,5	1	5,0000	-5,1				

Basislastfall (ohne Ruhezeitzuschlag)												
Punkt-SQ / Iso 9613	Element	Bezeichnung	Beurteilungszeitraum	Dauer BZR /h	Zeitzone	Dauer ZZ /h	Emiss.-variante	Lw /dB(A)	n-mal	Einwirkzeit /h	dLi /dB	Lwr /dB(A)
			Nacht (22h-6h)	1,00	So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	9,00 2,00 1,00	Tag Ruhe Nacht	103,5 103,5 103,5	1 1 1	9,0000 2,0000 1,0000	-2,5 -9,0 0,0	103,5 103,5
EZQI002	WEA 2 V90 (48)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,5 103,5 103,5	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,5
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,5 103,5 103,5 103,5	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,5 103,5
EZQI003	WEA 3 V90 (53)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,5 103,5 103,5	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,5
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,5 103,5 103,5 103,5	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,5 103,5
EZQI004	WEA 4 V90 (54)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,5 103,5 103,5	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,5
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,5 103,5 103,5 103,5	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,5 103,5
EZQI005	WEA 5 FL MD 70 (49)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,1 103,1 103,1	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,1
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,1 103,1 103,1 103,1	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,1 103,1
EZQI006	WEA 6 FL MD 70 (52)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,1 103,1 103,1	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,1
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,1 103,1 103,1 103,1	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,1 103,1
EZQI007	WEA 7 FL 1000 (50)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	104,9 104,9 104,9	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	104,9
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	104,9 104,9 104,9 104,9	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	104,9 104,9
EZQI008	WEA 8 E-82 (187)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,8 103,8 103,8 103,8	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,8 103,8
EZQI009	WEA 9 E-82 (189)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,8 103,8 103,8 103,8	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,8 103,8
EZQI010	WEA 10 E-82 (186)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,8 103,8 103,8 103,8	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,8 103,8
EZQI011	WEA 11 E-82 (188)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,8 103,8 103,8 103,8	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,8 103,8
EZQI012	WEA 12 E-82 (190)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nacht (22h-6h)	5,00 9,00 2,00 1,00	Ruhe Tag Ruhe Nacht	103,8 103,8 103,8 103,8	1 1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000 1,0000	-5,1 -2,5 -9,0 0,0	103,8 103,8
EZQI013	WEA 13 E-82 (191)	Werktag (6h-22h)	16,00	1,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	1,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h)	5,00	Ruhe	103,8	1	5,0000	-5,1	103,8

Punkt-SQ /so 9613		Basislastfall (ohne Ruhezeitzuschlag)									
Element	Bezeichnung	Beurteilungszeitraum	Dauer BZR /h	Zeitzone	Dauer ZZ /h	Emiss-variante	Lw /dB(A)	n-mal	Einwirk-zeit /h	dLi /dB	Lwr /dB(A)
				So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	9,00 2,00	Tag Ruhe	103,8 103,8	1 1	9,0000 2,0000	-2,5 -9,0	103,8 103,8
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	103,8	1	1,0000	0,0	103,8
EZQi014	WEA 14 E-70 E4 (80)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	104,2 104,2	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	104,2 104,2 104,2 104,2	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	104,2 104,2
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,2	1	1,0000	0,0	104,2
EZQi015	WEA 15 E-82 (82)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	103,8 103,8	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8 103,8	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	103,8 103,8
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	103,8	1	1,0000	0,0	103,8
EZQi016	WEA 16 E-70 E4 (83)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	104,2 104,2	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	104,2 104,2 104,2 104,2	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	104,2 104,2
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,2	1	1,0000	0,0	104,2
EZQi017	WEA 17 E-70 E4 (81)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	104,2 104,2	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	104,2 104,2 104,2 104,2	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	104,2 104,2
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,2	1	1,0000	0,0	104,2
EZQi018	WEA 18 E-82 (84)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	103,8 103,8	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8 103,8	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	103,8 103,8
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	103,8	1	1,0000	0,0	103,8
EZQi019	WEA 19 E-70 E4 (85)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	104,2 104,2	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	104,2 104,2 104,2 104,2	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	104,2 104,2
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,2	1	1,0000	0,0	104,2
EZQi020	WEA 20 E-70 E4 (86)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	104,2 104,2	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	104,2 104,2 104,2 104,2	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	104,2 104,2
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,2	1	1,0000	0,0	104,2
EZQi021	WEA 21 E-70 E4 (87)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	104,2 104,2	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	104,2 104,2 104,2 104,2	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	104,2 104,2
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,2	1	1,0000	0,0	104,2
EZQi022	WEA 22 E-70 E4 (88)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	104,2 104,2	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	104,2 104,2 104,2 104,2	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	104,2 104,2
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,2	1	1,0000	0,0	104,2
EZQi023	WEA 23 E-70 E4 (132)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	104,2 104,2	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	104,2 104,2 104,2 104,2	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	104,2 104,2
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	104,2	1	1,0000	0,0	104,2
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	103,8 103,8	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	2,00 5,00 9,00 2,00	Ruhe Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8 103,8	1 1 1 1	2,0000 5,0000 9,0000 2,0000	-9,0 -5,1 -2,5 -9,0	103,8 103,8
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht (22h-6h)	1,00	Nacht	103,8	1	1,0000	0,0	103,8
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h)	1,00 13,00	Ruhe Tag	103,8 103,8	1 1	1,0000 13,0000	-12,0 -0,9	
		Sonntag (6h-22h)	16,00	Werktag,RZ(20h-22h) So, RZ(6h-9h/20h-22h)	2,00 5,00	Ruhe Ruhe	103,8 103,8	1 1	2,0000 5,0000	-9,0 -5,1	103,8

IEL GmbH

Kirchdorfer Straße 26

26603 Aurich

Projekt: Rayerschied

U:\ ... 2532-09-L1.IPR

Datensatz

Punkt-SQ /Iso 9613		Basislastfall (ohne Ruhezeitzuschlag)									
Element	Bezeichnung	Beurteilungszeitraum	Dauer BZR /h	Zeitzone	Dauer ZZ /h	Emiss.-variante	Lw /dB(A)	n-mal	Einwirkzeit /h	dLi /dB	Lwr /dB(A)
		Nacht (22h-6h)	1,00	So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h) Nachts (22h-6h)	9,00 2,00 1,00	Tag Ruhe Nachts	103,8 103,8 103,8	1 1 1	9,0000 2,0000 1,0000	-2,5 -9,0 0,0	103,8 103,8
EZQI026	WEA 26 E-82 (AG 3)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	5,00 9,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000	-5,1 -2,5 -9,0	103,8
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nachts (22h-6h)	1,00	Nachts	103,8	1	1,0000	0,0	103,8
EZQI027	WEA 27 E-82 (AG 4)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	5,00 9,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000	-5,1 -2,5 -9,0	103,8
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nachts (22h-6h)	1,00	Nachts	103,8	1	1,0000	0,0	103,8
EZQI028	WEA 28 E-82 (AG 5)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	5,00 9,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000	-5,1 -2,5 -9,0	103,8
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nachts (22h-6h)	1,00	Nachts	103,8	1	1,0000	0,0	103,8
EZQI029	WEA 29 E-82 (AG 6)	Werktag (6h-22h)	16,00	Werktag, RZ (6h-7h) Werktag (7h-20h) Werktag, RZ(20h-22h)	1,00 13,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	1,0000 13,0000 2,0000	-12,0 -0,9 -9,0	103,8
		Sonntag (6h-22h)	16,00	So, RZ(6h-9h/20h-22h) So (9h-13h/15h-20h) So, RZ(13h-15h)	5,00 9,00 2,00	Ruhe Tag Ruhe	103,8 103,8 103,8	1 1 1	5,0000 9,0000 2,0000	-5,1 -2,5 -9,0	103,8
		Nacht (22h-6h)	1,00	Nachts (22h-6h)	1,00	Nachts	103,8	1	1,0000	0,0	103,8



**Berechnungsergebnisse**  
**Zusammenfassung,**  
**Zusatz- und Gesamtbelastung**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

IEL GmbH

Kirchdorfer Straße 26

26603 Aurich

Projekt: Rayerschied

U:\... 2532-09-L1.IPR

Zusammenfassung

Immissionsberechnung					Beurteilung nach TA Lärm (1998)					
Immissionspunkt	x /m	y /m	z /m	Variante	Werktag (6h-22h)		Sonntag (6h-22h)		Nacht (22h-6h)	
					IRW /dB(A)	Ges-Peg. /dB(A)	IRW /dB(A)	Ges-Peg. /dB(A)	IRW /dB(A)	Ges-Peg. /dB(A)
IP 1 Fichtenweg	3399891,00	5543906,00	410,59	VB-E-70 E4	55,0	21,9	55,0	23,6	40,0	20,0
IP 2 Wiesengrund	3397990,00	5544198,00	375,27	VB-E-70 E4	60,0	15,1	60,0	15,1	45,0	15,1
IP 3 Klumpenmühle	3397950,32	5544409,58	371,79	VB-E-70 E4	60,0	15,4	60,0	15,4	45,0	15,4
IP 4 Weirichsmühle	3398404,00	5545260,00	379,48	VB-E-70 E4	60,0	18,6	60,0	18,6	45,0	18,6
IP 5 Zum Drillchen	3399214,00	5545923,00	418,12	VB-E-70 E4	60,0	23,7	60,0	23,7	45,0	23,7
IP 1 Fichtenweg	3399891,00	5543906,00	410,59	VB-E-82	55,0	17,0	55,0	18,7	40,0	15,0
IP 2 Wiesengrund	3397990,00	5544198,00	375,27	VB-E-82	60,0	15,2	60,0	15,2	45,0	15,2
IP 3 Klumpenmühle	3397950,32	5544409,58	371,79	VB-E-82	60,0	15,9	60,0	15,9	45,0	15,9
IP 4 Weirichsmühle	3398404,00	5545260,00	379,48	VB-E-82	60,0	19,6	60,0	19,6	45,0	19,6
IP 5 Zum Drillchen	3399214,00	5545923,00	418,12	VB-E-82	60,0	23,2	60,0	23,2	45,0	23,2
IP 1 Fichtenweg	3399891,00	5543906,00	410,59	VB-FL 1000	55,0	9,0	55,0	10,7	40,0	7,1
IP 2 Wiesengrund	3397990,00	5544198,00	375,27	VB-FL 1000	60,0	13,9	60,0	13,9	45,0	13,9
IP 3 Klumpenmühle	3397950,32	5544409,58	371,79	VB-FL 1000	60,0	14,8	60,0	14,8	45,0	14,8
IP 4 Weirichsmühle	3398404,00	5545260,00	379,48	VB-FL 1000	60,0	16,2	60,0	16,2	45,0	16,2
IP 5 Zum Drillchen	3399214,00	5545923,00	418,12	VB-FL 1000	60,0	14,2	60,0	14,2	45,0	14,2
IP 1 Fichtenweg	3399891,00	5543906,00	410,59	VB-FL MD 70	55,0	10,1	55,0	11,8	40,0	8,2
IP 2 Wiesengrund	3397990,00	5544198,00	375,27	VB-FL MD 70	60,0	14,7	60,0	14,7	45,0	14,7
IP 3 Klumpenmühle	3397950,32	5544409,58	371,79	VB-FL MD 70	60,0	15,7	60,0	15,7	45,0	15,7
IP 4 Weirichsmühle	3398404,00	5545260,00	379,48	VB-FL MD 70	60,0	17,3	60,0	17,3	45,0	17,3
IP 5 Zum Drillchen	3399214,00	5545923,00	418,12	VB-FL MD 70	60,0	15,6	60,0	15,6	45,0	15,6
IP 1 Fichtenweg	3399891,00	5543906,00	410,59	VB-Vestas 90	55,0	12,2	55,0	13,9	40,0	10,3
IP 2 Wiesengrund	3397990,00	5544198,00	375,27	VB-Vestas 90	60,0	16,1	60,0	16,1	45,0	16,1
IP 3 Klumpenmühle	3397950,32	5544409,58	371,79	VB-Vestas 90	60,0	17,0	60,0	17,0	45,0	17,0
IP 4 Weirichsmühle	3398404,00	5545260,00	379,48	VB-Vestas 90	60,0	19,0	60,0	19,0	45,0	19,0
IP 5 Zum Drillchen	3399214,00	5545923,00	418,12	VB-Vestas 90	60,0	18,2	60,0	18,2	45,0	18,2
IP 1 Fichtenweg	3399891,00	5543906,00	410,59	Vorbelastung	55,0	23,8	55,0	25,5	40,0	21,9
IP 2 Wiesengrund	3397990,00	5544198,00	375,27	Vorbelastung	60,0	22,0	60,0	22,0	45,0	22,0
IP 3 Klumpenmühle	3397950,32	5544409,58	371,79	Vorbelastung	60,0	22,8	60,0	22,8	45,0	22,8
IP 4 Weirichsmühle	3398404,00	5545260,00	379,48	Vorbelastung	60,0	25,3	60,0	25,3	45,0	25,3
IP 5 Zum Drillchen	3399214,00	5545923,00	418,12	Vorbelastung	60,0	27,6	60,0	27,6	45,0	27,6
IP 1 Fichtenweg	3399891,00	5543906,00	410,59	Zusatzbelastung	55,0	38,7	55,0	40,4	40,0	36,8
IP 2 Wiesengrund	3397990,00	5544198,00	375,27	Zusatzbelastung	60,0	36,4	60,0	36,4	45,0	36,4
IP 3 Klumpenmühle	3397950,32	5544409,58	371,79	Zusatzbelastung	60,0	37,7	60,0	37,7	45,0	37,7
IP 4 Weirichsmühle	3398404,00	5545260,00	379,48	Zusatzbelastung	60,0	42,5	60,0	42,5	45,0	42,5
IP 5 Zum Drillchen	3399214,00	5545923,00	418,12	Zusatzbelastung	60,0	37,9	60,0	37,9	45,0	37,9
IP 1 Fichtenweg	3399891,00	5543906,00	410,59	Alle E-82	55,0	38,7	55,0	40,4	40,0	36,8
IP 2 Wiesengrund	3397990,00	5544198,00	375,27	Alle E-82	60,0	36,4	60,0	36,4	45,0	36,4
IP 3 Klumpenmühle	3397950,32	5544409,58	371,79	Alle E-82	60,0	37,7	60,0	37,7	45,0	37,7
IP 4 Weirichsmühle	3398404,00	5545260,00	379,48	Alle E-82	60,0	42,5	60,0	42,5	45,0	42,5
IP 5 Zum Drillchen	3399214,00	5545923,00	418,12	Alle E-82	60,0	38,0	60,0	38,0	45,0	38,0
IP 1 Fichtenweg	3399891,00	5543906,00	410,59	Gesamtbelastung	55,0	38,9	55,0	40,6	40,0	36,9
IP 2 Wiesengrund	3397990,00	5544198,00	375,27	Gesamtbelastung	60,0	36,5	60,0	36,5	45,0	36,5
IP 3 Klumpenmühle	3397950,32	5544409,58	371,79	Gesamtbelastung	60,0	37,8	60,0	37,8	45,0	37,8
IP 4 Weirichsmühle	3398404,00	5545260,00	379,48	Gesamtbelastung	60,0	42,6	60,0	42,6	45,0	42,6
IP 5 Zum Drillchen	3399214,00	5545923,00	418,12	Gesamtbelastung	60,0	38,3	60,0	38,3	45,0	38,3

IEL GmbH

Kirchdorfer Straße 26

26603 Aurich

Projekt: Rayerschied

U:\ ... 2532-09-L1.IPR

Zusatzbelastung

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 1 Fichtenweg X = 3399891,00 Variante: Zusatzbelastung	Y = 5543906,00	Emissionsvariante: Nacht Z = 410,59
-----------------------	---	----------------	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)														
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613														
LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet														
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	1504,0	74,5	2,9	3,4	0,0	0,0	0,0	0,1		25,9	
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	1285,0	73,2	2,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0		28,1	
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1031,9	71,3	2,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0		31,3	
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1149,5	72,2	2,2	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0		29,8	
EZQi028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	1388,7	73,8	2,7	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0		27,0	
EZQi029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	1136,9	72,1	2,2	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0		29,8	
													36,8	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 2 Wiesengrund X = 3397990,00 Variante: Zusatzbelastung	Y = 5544198,00	Emissionsvariante: Nacht Z = 375,27
-----------------------	--	----------------	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)														
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613														
LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet														
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	1194,0	72,5	2,3	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0		29,1	
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	1339,9	73,5	2,6	3,0	0,0	0,0	1,7	0,0		25,9	
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1398,4	73,9	2,7	3,2	0,0	0,0	1,6	0,0		25,4	
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1788,5	76,0	3,4	3,6	0,0	0,0	1,1	0,4		22,2	
EZQi028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	966,9	70,7	1,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0		31,9	
EZQi029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	983,2	70,8	1,9	2,7	0,0	0,0	1,1	0,0		30,3	
													36,4	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 3 Klumpenmühle X = 3397950,32 Variante: Zusatzbelastung	Y = 5544409,58	Emissionsvariante: Nacht Z = 371,79
-----------------------	---	----------------	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)														
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613														
LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet														
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	1099,0	71,8	2,1	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0		30,2	
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	1277,4	73,1	2,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0		28,3	
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1374,2	73,8	2,6	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0		27,4	
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1742,3	75,8	3,4	3,6	0,0	0,0	0,0	0,3		23,8	
EZQi028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	907,2	70,1	1,7	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0		32,8	
EZQi029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	987,1	70,9	1,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0		31,6	
													37,7	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 4 Weirichmühle X = 3398404,00 Variante: Zusatzbelastung	Y = 5545260,00	Emissionsvariante: Nacht Z = 379,48
-----------------------	---	----------------	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)														
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613														
LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet														
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	567,4	66,1	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0		39,0	
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	814,1	69,2	1,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0		33,9	
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1050,6	71,4	2,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0		30,5	
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1221,8	72,7	2,4	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0		28,6	
EZQi028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	681,2	67,7	1,3	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0		36,1	
EZQi029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	963,9	70,7	1,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0		31,6	
													42,5	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 5 Zum Drillchen X = 3399214,00 Variante: Zusatzbelastung	Y = 5545923,00	Emissionsvariante: Nacht Z = 418,12
-----------------------	--	----------------	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)														
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613														
LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet														
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQi024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	1011,3	71,1	1,9	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0		31,7	
EZQi025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	1036,5	71,3	2,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0		31,3	
EZQi026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1227,7	72,8	2,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0		28,9	
EZQi027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1014,1	71,1	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0		31,7	
EZQi028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	1285,0	73,2	2,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0		28,2	
EZQi029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	1495,4	74,5	2,9	3,3	0,0	0,0	0,0	0,1		26,1	
													37,9	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 1 Fichtenweg X = 3399891,00 Y = 5543906,00 Variante: Gesamtbelastung	Emissionsvariante: Nacht Z = 410,59
-----------------------	---	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)		Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613												
		LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet												
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQI001	WEA 1 V90 (51)	103,5	3,0	5672,5	86,1	10,9	4,5	0,0	0,0	0,3	1,6		3,1	
EZQI002	WEA 2 V90 (48)	103,5	3,0	5606,4	86,0	10,8	4,4	0,0	0,0	0,3	1,6		3,4	
EZQI003	WEA 3 V90 (53)	103,5	3,0	5291,7	85,5	10,2	4,5	0,0	0,0	0,3	1,6		4,5	
EZQI004	WEA 4 V90 (54)	103,5	3,0	4979,3	84,9	9,6	4,4	0,0	0,0	0,4	1,6		5,7	
EZQI005	WEA 5 FL MD 70 (49)	103,1	3,0	5080,9	85,1	9,8	4,4	0,0	0,0	0,4	1,6		4,8	
EZQI006	WEA 6 FL MD 70 (52)	103,1	3,0	4907,4	84,8	9,4	4,4	0,0	0,0	0,4	1,6		5,5	
EZQI007	WEA 7 FL 1000 (50)	104,9	3,0	4930,5	84,8	9,5	4,4	0,0	0,0	0,4	1,7		7,1	
EZQI008	WEA 8 E-82 (187)	103,8	3,0	5583,4	85,9	10,7	4,3	0,0	0,0	0,5	1,5		3,9	
EZQI009	WEA 9 E-82 (189)	103,8	3,0	5324,0	85,5	10,2	4,3	0,0	0,0	0,5	1,5		4,8	
EZQI010	WEA 10 E-82 (186)	103,8	3,0	5736,6	86,2	11,0	4,3	0,0	0,0	0,4	1,5		3,3	
EZQI011	WEA 11 E-82 (188)	103,8	3,0	5485,9	85,8	10,6	4,3	0,0	0,0	0,4	1,5		4,2	
EZQI012	WEA 12 E-82 (190)	103,8	3,0	5227,3	85,4	10,1	4,3	0,0	0,0	0,5	1,4		5,2	
EZQI013	WEA 13 E-82 (191)	103,8	3,0	4947,1	84,9	9,5	4,3	0,0	0,0	0,5	1,4		6,2	
EZQI014	WEA 14 E-70 E4 (80)	104,2	3,0	4883,4	84,8	9,4	4,5	0,0	0,0	0,3	1,5		6,8	
EZQI015	WEA 15 E-82 (82)	103,8	3,0	4670,5	84,4	9,0	4,5	0,0	0,0	0,3	1,5		7,2	
EZQI016	WEA 16 E-70 E4 (83)	104,2	3,0	4481,3	84,0	8,6	4,5	0,0	0,0	0,3	1,5		8,3	
EZQI017	WEA 17 E-70 E4 (81)	104,2	3,0	4281,2	83,6	8,2	4,5	0,0	0,0	0,2	1,4		9,1	
EZQI018	WEA 18 E-82 (84)	103,8	3,0	4085,8	83,2	7,9	4,5	0,0	0,0	0,3	1,4		9,5	
EZQI019	WEA 19 E-70 E4 (85)	104,2	3,0	3891,1	82,8	7,5	4,5	0,0	0,0	0,3	1,4		10,8	
EZQI020	WEA 20 E-70 E4 (86)	104,2	3,0	3725,6	82,4	7,2	4,5	0,0	0,0	0,3	1,4		11,5	
EZQI021	WEA 21 E-70 E4 (87)	104,2	3,0	3588,1	82,1	6,9	4,4	0,0	0,0	0,4	1,3		12,1	
EZQI022	WEA 22 E-70 E4 (88)	104,2	3,0	3486,4	81,8	6,7	4,3	0,0	0,0	0,4	1,3		12,6	
EZQI023	WEA 23 E-70 E4 (132)	104,2	3,0	3443,4	81,7	6,6	4,3	0,0	0,0	0,4	1,3		12,8	
EZQI024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	1504,0	74,5	2,9	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0		25,9	
EZQI025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	1285,0	73,2	2,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0		28,1	
EZQI026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1031,9	71,3	2,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0		31,3	
EZQI027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1149,5	72,2	2,2	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0		29,8	
EZQI028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	1388,7	73,8	2,7	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0		27,0	
EZQI029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	1136,9	72,1	2,2	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0		29,8	
													36,9	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 2 Wiesengrund X = 3397990,00 Y = 5544198,00 Variante: Gesamtbelastung	Emissionsvariante: Nacht Z = 375,27
-----------------------	--	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)		Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613												
		LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet												
Element	Bezeichnung	Lw / dB(A)	Dc / dB	Abstand / m	Adiv / dB	Aatm / dB	Agr / dB	Afol / dB	Ahous / dB	Abar / dB	Cmet / dB	LFT / dB	LFT / dB(A)	LAT ges / dB(A)
EZQI001	WEA 1 V90 (51)	103,5	3,0	4349,4	83,8	8,4	4,4	0,0	0,0	0,0	1,5		8,5	
EZQI002	WEA 2 V90 (48)	103,5	3,0	4158,8	83,4	8,0	4,4	0,0	0,0	0,0	1,5		9,3	
EZQI003	WEA 3 V90 (53)	103,5	3,0	3934,8	82,9	7,6	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4		10,3	
EZQI004	WEA 4 V90 (54)	103,5	3,0	3646,8	82,2	7,0	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4		11,6	
EZQI005	WEA 5 FL MD 70 (49)	103,1	3,0	3604,9	82,1	6,9	4,2	0,0	0,0	0,0	1,5		11,3	
EZQI006	WEA 6 FL MD 70 (52)	103,1	3,0	3447,8	81,7	6,6	4,2	0,0	0,0	0,0	1,5		12,1	
EZQI007	WEA 7 FL 1000 (50)	104,9	3,0	3412,7	81,7	6,6	4,3	0,0	0,0	0,0	1,6		13,9	
EZQI008	WEA 8 E-82 (187)	103,8	3,0	5081,8	85,1	9,8	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4		6,2	
EZQI009	WEA 9 E-82 (189)	103,8	3,0	4827,2	84,7	9,3	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4		7,2	
EZQI010	WEA 10 E-82 (186)	103,8	3,0	5367,1	85,6	10,3	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5		5,1	
EZQI011	WEA 11 E-82 (188)	103,8	3,0	5125,0	85,2	9,9	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4		6,1	
EZQI012	WEA 12 E-82 (190)	103,8	3,0	4895,5	84,8	9,4	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4		6,9	
EZQI013	WEA 13 E-82 (191)	103,8	3,0	4847,0	84,7	9,3	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4		7,2	
EZQI014	WEA 14 E-70 E4 (80)	104,2	3,0	5743,4	86,2	11,1	4,5	0,0	0,0	0,3	1,6		3,6	
EZQI015	WEA 15 E-82 (82)	103,8	3,0	5588,7	85,9	10,8	4,5	0,0	0,0	0,3	1,6		3,8	
EZQI016	WEA 16 E-70 E4 (83)	104,2	3,0	5443,8	85,7	10,5	4,5	0,0	0,0	0,2	1,6		4,7	
EZQI017	WEA 17 E-70 E4 (81)	104,2	3,0	5290,1	85,5	10,2	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5		5,2	
EZQI018	WEA 18 E-82 (84)	103,8	3,0	5154,4	85,2	9,9	4,6	0,0	0,0	0,2	1,6		5,3	
EZQI019	WEA 19 E-70 E4 (85)	104,2	3,0	5017,1	85,0	9,7	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5		6,3	
EZQI020	WEA 20 E-70 E4 (86)	104,2	3,0	4904,1	84,8	9,4	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5		6,7	
EZQI021	WEA 21 E-70 E4 (87)	104,2	3,0	4833,0	84,7	9,3	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5		7,0	
EZQI022	WEA 22 E-70 E4 (88)	104,2	3,0	4799,8	84,6	9,2	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5		7,1	
EZQI023	WEA 23 E-70 E4 (132)	104,2	3,0	4826,6	84,7	9,3	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5		7,0	
EZQI024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	1194,0	72,5	2,3	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0		29,1	
EZQI025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	1339,9	73,5	2,6	3,0	0,0	0,0	1,7	0,0		25,9	
EZQI026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1398,4	73,9	2,7	3,2	0,0	0,0	1,6	0,0		25,4	
EZQI027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1788,5	76,0	3,4	3,6	0,0	0,0	1,1	0,4		22,2	
EZQI028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	966,9	70,7	1,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0		31,9	
EZQI029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	983,2	70,8	1,9	2,7	0,0	0,0	1,1	0,0		30,3	
													36,5	

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 3 Klumpenmühle X = 3397950,32 Y = 5544409,58	Emissionsvariante: Nacht Z = 371,79
Variante: Gesamtbelastung		

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)		LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet												
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613		Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LFT	LFT	LAT ges
Element	Bezeichnung	/dB(A)	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB(A)	/dB(A)
EZQI001	WEA 1 V90 (51)	103,5	3,0	4142,8	83,3	8,0	4,4	0,0	0,0	0,0	1,5			9,3
EZQI002	WEA 2 V90 (48)	103,5	3,0	3959,6	82,9	7,6	4,4	0,0	0,0	0,0	1,4			10,1
EZQI003	WEA 3 V90 (53)	103,5	3,0	3729,2	82,4	7,2	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4			11,2
EZQI004	WEA 4 V90 (54)	103,5	3,0	3439,3	81,7	6,6	4,2	0,0	0,0	0,0	1,3			12,6
EZQI005	WEA 5 FL MD 70 (49)	103,1	3,0	3406,6	81,6	6,6	4,2	0,0	0,0	0,0	1,5			12,2
EZQI006	WEA 6 FL MD 70 (52)	103,1	3,0	3247,7	81,2	6,2	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4			13,0
EZQI007	WEA 7 FL 1000 (50)	104,9	3,0	3217,5	81,1	6,2	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5			14,8
EZQI008	WEA 8 E-82 (187)	103,8	3,0	4874,1	84,7	9,4	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4			7,0
EZQI009	WEA 9 E-82 (189)	103,8	3,0	4620,2	84,3	8,9	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4			8,0
EZQI010	WEA 10 E-82 (186)	103,8	3,0	5163,4	85,3	9,9	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4			5,9
EZQI011	WEA 11 E-82 (188)	103,8	3,0	4922,3	84,8	9,5	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4			6,8
EZQI012	WEA 12 E-82 (190)	103,8	3,0	4694,7	84,4	9,0	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4			7,7
EZQI013	WEA 13 E-82 (191)	103,8	3,0	4657,9	84,4	9,0	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4			7,9
EZQI014	WEA 14 E-70 E4 (80)	104,2	3,0	5622,4	86,0	10,8	4,5	0,0	0,0	0,3	1,6			4,1
EZQI015	WEA 15 E-82 (82)	103,8	3,0	5474,5	85,8	10,5	4,5	0,0	0,0	0,3	1,6			4,2
EZQI016	WEA 16 E-70 E4 (83)	104,2	3,0	5335,0	85,5	10,3	4,5	0,0	0,0	0,3	1,5			5,1
EZQI017	WEA 17 E-70 E4 (81)	104,2	3,0	5187,2	85,3	10,0	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5			5,6
EZQI018	WEA 18 E-82 (84)	103,8	3,0	5058,9	85,1	9,7	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5			5,7
EZQI019	WEA 19 E-70 E4 (85)	104,2	3,0	4929,1	84,8	9,5	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5			6,6
EZQI020	WEA 20 E-70 E4 (86)	104,2	3,0	4823,1	84,7	9,3	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5			7,0
EZQI021	WEA 21 E-70 E4 (87)	104,2	3,0	4760,5	84,5	9,2	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5			7,2
EZQI022	WEA 22 E-70 E4 (88)	104,2	3,0	4736,2	84,5	9,1	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5			7,3
EZQI023	WEA 23 E-70 E4 (132)	104,2	3,0	4771,9	84,6	9,2	4,6	0,0	0,0	0,2	1,5			7,2
EZQI024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	1099,0	71,8	2,1	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0			30,2
EZQI025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	1277,4	73,1	2,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0			28,3
EZQI026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1374,2	73,8	2,6	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0			27,4
EZQI027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1742,3	75,8	3,4	3,6	0,0	0,0	0,0	0,3			23,8
EZQI028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	907,2	70,1	1,7	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0			32,8
EZQI029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	987,1	70,9	1,9	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0			31,6
														37,8

Einzelpunktberechnung	Immissionsort: IP 4 Weirichmühle X = 3398404,00 Y = 5545260,00	Emissionsvariante: Nacht Z = 379,48
Variante: Gesamtbelastung		

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)		LFT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet												
Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613		Lw	Dc	Abstand	Adiv	Aatm	Agr	Afol	Ahous	Abar	Cmet	LFT	LFT	LAT ges
Element	Bezeichnung	/dB(A)	/dB	/m	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB	/dB(A)	/dB(A)
EZQI001	WEA 1 V90 (51)	103,5	3,0	3677,3	82,3	7,1	4,5	0,0	0,0	0,0	1,4			11,3
EZQI002	WEA 2 V90 (48)	103,5	3,0	3598,2	82,1	6,9	4,4	0,0	0,0	0,0	1,4			11,7
EZQI003	WEA 3 V90 (53)	103,5	3,0	3289,4	81,3	6,3	4,4	0,0	0,0	0,0	1,3			13,1
EZQI004	WEA 4 V90 (54)	103,5	3,0	2979,1	80,5	5,7	4,3	0,0	0,0	0,0	1,2			14,8
EZQI005	WEA 5 FL MD 70 (49)	103,1	3,0	3074,0	80,7	5,9	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4			13,8
EZQI006	WEA 6 FL MD 70 (52)	103,1	3,0	2900,4	80,2	5,6	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4			14,7
EZQI007	WEA 7 FL 1000 (50)	104,9	3,0	2928,0	80,3	5,6	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5			16,2
EZQI008	WEA 8 E-82 (187)	103,8	3,0	4010,3	83,1	7,7	4,2	0,0	0,0	0,0	1,3			10,6
EZQI009	WEA 9 E-82 (189)	103,8	3,0	3751,5	82,5	7,2	4,1	0,0	0,0	0,0	1,2			11,8
EZQI010	WEA 10 E-82 (186)	103,8	3,0	4269,5	83,6	8,2	4,2	0,0	0,0	0,0	1,3			9,5
EZQI011	WEA 11 E-82 (188)	103,8	3,0	4023,7	83,1	7,7	4,2	0,0	0,0	0,0	1,3			10,5
EZQI012	WEA 12 E-82 (190)	103,8	3,0	3787,1	82,6	7,3	4,1	0,0	0,0	0,0	1,2			11,6
EZQI013	WEA 13 E-82 (191)	103,8	3,0	3712,6	82,4	7,1	4,1	0,0	0,0	0,0	1,2			12,0
EZQI014	WEA 14 E-70 E4 (80)	104,2	3,0	4715,3	84,5	9,1	4,3	0,0	0,0	0,4	1,5			7,4
EZQI015	WEA 15 E-82 (82)	103,8	3,0	4581,9	84,2	8,8	4,3	0,0	0,0	0,4	1,5			7,5
EZQI016	WEA 16 E-70 E4 (83)	104,2	3,0	4455,4	84,0	8,6	4,4	0,0	0,0	0,4	1,5			8,4
EZQI017	WEA 17 E-70 E4 (81)	104,2	3,0	4322,6	83,7	8,3	4,4	0,0	0,0	0,3	1,4			9,0
EZQI018	WEA 18 E-82 (84)	103,8	3,0	4214,2	83,5	8,1	4,4	0,0	0,0	0,3	1,4			9,0
EZQI019	WEA 19 E-70 E4 (85)	104,2	3,0	4105,9	83,3	7,9	4,5	0,0	0,0	0,3	1,4			9,9
EZQI020	WEA 20 E-70 E4 (86)	104,2	3,0	4021,0	83,1	7,7	4,4	0,0	0,0	0,3	1,4			10,2
EZQI021	WEA 21 E-70 E4 (87)	104,2	3,0	3985,1	83,0	7,7	4,4	0,0	0,0	0,3	1,4			10,4
EZQI022	WEA 22 E-70 E4 (88)	104,2	3,0	3989,1	83,0	7,7	4,4	0,0	0,0	0,4	1,4			10,4
EZQI023	WEA 23 E-70 E4 (132)	104,2	3,0	4053,7	83,1	7,8	4,4	0,0	0,0	0,3	1,4			10,1
EZQI024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	567,4	66,1	1,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0			39,0
EZQI025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	814,1	69,2	1,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0			33,9
EZQI026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1050,6	71,4	2,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0			30,5
EZQI027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1221,8	72,7	2,4	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0			28,6
EZQI028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	681,2	67,7	1,3	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0			36,1
EZQI029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	963,9	70,7	1,9	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0			31,6
														42,6

IEL GmbH

Kirchdorfer Straße 26

26603 Aurich

Projekt: Rayerschied

U:\ ... 2532-09-L1.IPR

Gesamtbelastung

Einzelpunktberechnung	Inmissionsort: IP 5 Zum Drillchen X = 3399214,00 Y = 5545923,00 Variante: Gesamtbelastung	Emissionsvariante: Nacht Z = 418,12
-----------------------	--	--

Elementtyp: Einzelschallquelle (ISO 9613)		Schallimmissionsberechnung nach ISO 9613												LTF = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet		
Element	Bezeichnung	Lw /dB(A)	Dc /dB	Abstand /m	Adiv /dB	Aatm /dB	Agr /dB	Afol /dB	Ahous /dB	Abar /dB	Cmet /dB	LTF /dB	LTF /dB(A)	LAT ges /dB(A)		
EZQI001	WEA 1 V90 (51)	103,5	3,0	3824,1	82,6	7,4	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4		10,9			
EZQI002	WEA 2 V90 (48)	103,5	3,0	3875,5	82,8	7,5	4,3	0,0	0,0	0,0	1,4		10,6			
EZQI003	WEA 3 V90 (53)	103,5	3,0	3497,3	81,9	6,7	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4		12,4			
EZQI004	WEA 4 V90 (54)	103,5	3,0	3189,2	81,1	6,1	4,1	0,0	0,0	0,0	1,3		14,0			
EZQI005	WEA 5 FL MD 70 (49)	103,1	3,0	3423,9	81,7	6,6	4,2	0,0	0,0	0,0	1,5		12,2			
EZQI006	WEA 6 FL MD 70 (52)	103,1	3,0	3250,4	81,2	6,3	4,2	0,0	0,0	0,0	1,4		13,0			
EZQI007	WEA 7 FL 1000 (50)	104,9	3,0	3337,0	81,5	6,4	4,3	0,0	0,0	0,0	1,5		14,2			
EZQI008	WEA 8 E-82 (187)	103,8	3,0	3460,3	81,8	6,7	3,9	0,0	0,0	0,0	1,2		13,3			
EZQI009	WEA 9 E-82 (189)	103,8	3,0	3200,2	81,1	6,2	3,9	0,0	0,0	0,0	1,1		14,6			
EZQI010	WEA 10 E-82 (185)	103,8	3,0	3632,5	82,2	7,0	4,0	0,0	0,0	0,0	1,2		12,4			
EZQI011	WEA 11 E-82 (188)	103,8	3,0	3381,2	81,6	6,5	3,9	0,0	0,0	0,0	1,1		13,7			
EZQI012	WEA 12 E-82 (190)	103,8	3,0	3125,9	80,9	6,0	3,9	0,0	0,0	0,0	1,1		15,0			
EZQI013	WEA 13 E-82 (191)	103,8	3,0	2915,7	80,3	5,6	3,7	0,0	0,0	0,0	1,0		16,2			
EZQI014	WEA 14 E-70 E4 (80)	104,2	3,0	3668,1	82,3	7,1	4,1	0,0	0,0	0,0	1,4		12,5			
EZQI015	WEA 15 E-82 (82)	103,8	3,0	3535,1	82,0	6,8	4,0	0,0	0,0	0,0	1,4		12,6			
EZQI016	WEA 16 E-70 E4 (83)	104,2	3,0	3411,1	81,6	6,6	4,1	0,0	0,0	0,0	1,3		13,6			
EZQI017	WEA 17 E-70 E4 (81)	104,2	3,0	3283,4	81,3	6,3	4,1	0,0	0,0	0,0	1,3		14,2			
EZQI018	WEA 18 E-82 (84)	103,8	3,0	3184,5	81,1	6,1	4,1	0,0	0,0	0,0	1,3		14,2			
EZQI019	WEA 19 E-70 E4 (85)	104,2	3,0	3089,1	80,8	5,9	4,1	0,0	0,0	0,0	1,2		15,1			
EZQI020	WEA 20 E-70 E4 (86)	104,2	3,0	3019,3	80,6	5,8	4,1	0,0	0,0	0,0	1,2		15,5			
EZQI021	WEA 21 E-70 E4 (87)	104,2	3,0	3004,1	80,5	5,8	4,1	0,0	0,0	0,0	1,2		15,6			
EZQI022	WEA 22 E-70 E4 (88)	104,2	3,0	3032,0	80,6	5,8	4,1	0,0	0,0	0,0	1,2		15,5			
EZQI023	WEA 23 E-70 E4 (132)	104,2	3,0	3121,4	80,9	6,0	4,1	0,0	0,0	0,0	1,2		15,0			
EZQI024	WEA 24 E-82 (AG 1)	103,8	3,0	1011,3	71,1	1,9	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0		31,7			
EZQI025	WEA 25 E-82 (AG 2)	103,8	3,0	1036,5	71,3	2,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0		31,3			
EZQI026	WEA 26 E-82 (AG 3)	103,8	3,0	1227,7	72,8	2,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0		28,9			
EZQI027	WEA 27 E-82 (AG 4)	103,8	3,0	1014,1	71,1	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0		31,7			
EZQI028	WEA 28 E-82 (AG 5)	103,8	3,0	1285,0	73,2	2,5	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0		28,2			
EZQI029	WEA 29 E-82 (AG 6)	103,8	3,0	1495,4	74,5	2,9	3,3	0,0	0,0	0,0	0,1		26,1			
														38,3		

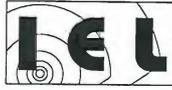


## **Legende zu den Berechnungsergebnissen**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

**Legende zu den Berechnungsergebnissen:**

ISO 9613	Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien	Legende zur Ergebnisliste (Lange Liste)
$LfT = Lw + Dc - Adiv - Aatm - Agr - Afol - Ahous - Abar - Cmet$		
"Abschnitt 1":	Bezeichnung des Teilstücks einer Linienschallquelle	
"Teil 1":	Bezeichnung einer Teilschallquelle, die durch Unterteilung einer Linien- oder Flächenschallquelle entstanden ist	
REFL001/WAND001":	Reflexionsanteil infolge des bezeichneten Elements	
Lw:	Schalldruckpegel	
Dc = D0 + DI + Domega:	Raumwinkelmaß + Richtwirkungsmaß + Bodenreflexion (frq.-unabh. Berechnung)	
Abstand:	Abstand s des Immissionsortes von der Schallquelle	
Adiv:	Abstandsmaß	
Aatm:	Luftabsorptionsmaß	
Agr:	Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß	
Afol:	Bewuchsdämpfungsmaß	
Ahous:	Bebauungsdämpfungsmaß	
Abar:	Einfügungsdämpfungsmaß eines Schallschirms bzw. eines Geländemodells	
Cmet:	Meteorologische Korrektur	
LfT /dB:	Schalldruckpegel am Immissionsort für ein Teilstück	
LfT /dB(A)	Schalldruckpegel (A-bewertet) am Immissionsort für ein Teilstück	
LAT ges:	Schalldruckpegel am Immissionsort, summiert über alle Schallquellen	



**Auflistung der Messberichte**  
**- Vorbelastung -**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

## Auflistung der Messberichte:

### ENERCON E-70 E4:

Messstelle	Bericht-Nr.	Nennleistung	Schalleistungspegel
WIND-consult	WICO 314SEA05/01	2.300 kW	104,4 dB(A)
WIND-consult	WICO 141SE707/02	2.300 kW	104,0 dB(A)

Schalleistungspegel:  $L_{wA} = 104,4$  dB(A)

### ENERCON E-82:

Messstelle	Bericht-Nr.	Leistung	Schalleistungspegel
MÜLLER BBM	M65 333/1	2.000 kW	103,4 dB(A)
KÖTTER Cons.	Nr. 207041-01.01	2.000 kW	103,8 dB(A)
KÖTTER Cons.	207542-01.01	2.000 kW	104,1 dB(A)

Schalleistungspegel (Mittelwert):  $L_{wA} = 103,8$  dB(A)

### Fuhrländer FL 1000:

Messstelle	Bericht-Nr.	Nennleistung	Schalleistungspegel
TÜV Rheinland Gruppe	933/301103/01	1.000 kW	101,9 dB(A)*

\* Messwert bei 8 m/s in 10 m Höhe (bei 9 m/s  $L_{wA} = 102$  dB(A))

Schalleistungspegel:  $L_{wA} = 104,9$  dB(A) (= Messwert + 3 dB Zuschlag)

### MD 70:

Vorgabe von der SGD Nord:

Schalleistungspegel:  $L_{wA} = 103,1$  dB(A) (ein Messbericht)

### Vestas V90 2,0 MW:

Messstelle	Bericht-Nr.	Betriebsvariante	Schalleistungspegel
WINDTEST KWK	WT 5308/06	mode 0	103,4 dB(A)
WINDTEST KWK	WT 4846/06	mode 0	103,9 dB(A)
WINDTEST KWK	WT 4126/05	mode 0	103,3 dB(A)

Schalleistungspegel (Mittelwert):  $L_{wA} = 103,5$  dB(A)



**Ermittlung der oberen  
Vertrauensbereichsgrenze**

**- Zusatzbelastung -**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Projekt: **Rayerschied / Zusatzbelastung**

<b>ENERCON E-82</b>	Sigma,r	0,5
	Sigma,p	0,35
	<b>Sigma,ges</b>	<b>0,61</b>

Immissionspunkt: IP 1 Fichtenweg (Benzweiler)

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-82	36,80	0,61				
gesamt	36,80		0,61	1,50	1,62	2,07
<b>Lo =</b>	<b>38,9</b>					

Immissionspunkt: IP 2 Wiesengrund (Bergenhäusen)

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-82	36,40	0,61				
gesamt	36,40		0,61	1,50	1,62	2,07
<b>Lo =</b>	<b>38,5</b>					

Immissionspunkt: IP 3 Klumpenmühle

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-82	37,70	0,61				
gesamt	37,70		0,61	1,50	1,62	2,07
<b>Lo =</b>	<b>39,8</b>					

Immissionspunkt: IP 4 Weirichsmühle

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-82	42,50	0,61				
gesamt	42,50		0,61	1,50	1,62	2,07
<b>Lo =</b>	<b>44,6</b>					

Immissionspunkt: IP 5 Zum Drillchen (Steinbach)

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-82	37,90	0,61				
gesamt	37,90		0,61	1,50	1,62	2,07
<b>Lo =</b>	<b>40,0</b>					



**Ermittlung der oberen  
Vertrauensbereichsgrenze**

**- Gesamtbelastung -**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

Projekt: Rayerschied / Gesamtbelastung

E-70 E4	Sigma,r	0,5
	Sigma,p	1,22
	<b>Sigma,ges</b>	<b>1,32</b>

ENERCON E-82	Sigma,r	0,5
	Sigma,p	0,35
	<b>Sigma,ges</b>	<b>0,61</b>

FL 1000	Sigma,r	1,5
	Sigma,p	1,22
	<b>Sigma,ges</b>	<b>1,93</b>

FL MD 70	Sigma,r	1,5
	Sigma,p	1,22
	<b>Sigma,ges</b>	<b>1,93</b>

Vestas V90-2,0 MW	Sigma,r	0,5
	Sigma,p	0,32
	<b>Sigma,ges</b>	<b>0,59</b>

Immissionspunkt: IP 1 Fichtenweg (Benzweiler)

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-70	20,00	1,32				
Enercon E-82	36,80	0,61				
FL 1000	7,10	1,93				
FL MD 70	8,20	1,93				
Vestas V90 - mode 0	10,30	0,59				
gesamt	36,90		0,60	1,50	1,61	2,07
<b>Lo =</b>	<b>39,0</b>					

Immissionspunkt: IP 2 Wiesengrund (Bergenhäusen)

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-70	15,10	1,32				
Enercon E-82	36,40	0,61				
FL 1000	13,90	1,93				
FL MD 70	14,70	1,93				
Vestas V90 - mode 0	16,10	0,59				
gesamt	36,50		0,60	1,50	1,61	2,07
<b>Lo =</b>	<b>38,6</b>					

Immissionspunkt: IP 3 Klumpenmühle

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-70	15,40	1,32				
Enercon E-82	37,70	0,61				
FL 1000	14,80	1,93				
FL MD 70	15,70	1,93				
Vestas V90 - mode 0	17,00	0,59				
gesamt	37,80		0,60	1,50	1,61	2,07
<b>Lo =</b>	<b>39,9</b>					

Immissionspunkt: IP 4 Weirichsmühle

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-70	18,60	1,32				
Enercon E-82	42,50	0,61				
FL 1000	16,20	1,93				
FL MD 70	17,30	1,93				
Vestas V90 - mode 0	19,00	0,59				
gesamt	42,60		0,60	1,50	1,61	2,07
<b>Lo =</b>	<b>44,7</b>					

Immissionspunkt: IP 5 Zum Drillchen (Steinbach)

WEA	Lsi/dB(A)	Sigma/dB	Sigma,res/dB	Sigma,prog/dB	Sigma,ges	z*Sigma,ges/dB
Enercon E-70	23,70	1,32				
Enercon E-82	38,00	0,61				
FL 1000	14,20	1,93				
FL MD 70	15,60	1,93				
Vestas V90 - mode 0	18,20	0,59				
gesamt	38,30		0,57	1,50	1,61	2,05
<b>Lo =</b>	<b>40,4</b>					



**Messberichte**

**ENERCON E-82 / 2.000 kW**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

## **SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 207542-01.01**

über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage  
des Typs Enercon E-82 im Windpark Sulingen-Ost in 27232 Sulingen

**Datum:**

28.04.2008

**Auftraggeber:**



**Bearbeiter:**



## 1.) Zusammenfassung

Am 18.01.2008 wurden in Sulingen die Schallemissionen einer Windenergieanlage (WEA) des Typs Enercon E-82 gemessen. Dies ist die WEA Nr. 2 im Windpark Sulingen-Ost. Es wurde der Windgeschwindigkeitsbereich von  $v_s = 6$  m/s bis 9 m/s im Betrieb I mit der Nennleistung von  $P_{\text{Nenn}} = 2.000$  kW untersucht.

Aufgrund von elektrischen Einflüssen aus der WEA wurden die Terzen oberhalb 4kHz bei der energetischen Bildung des Summenpegels nicht mit einbezogen.

Die maximale Schalleistung von  $L_{\text{WA}} = 104,1$  dB(A) wurde für die normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 7,7$  m/s (entsprechend 95 % der Nennleistung) bestimmt.

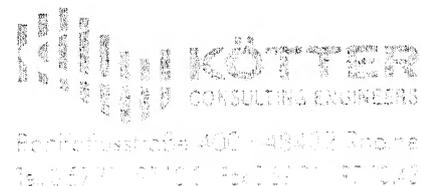
Für die WEA-Geräusche wird in den untersuchten Windgeschwindigkeitsbereichen weder subjektiv noch rechnerisch ein Tonzuschlag vergeben. Nach dem subjektiven Höreindruck waren die Anlagengeräusche nicht impulshaltig. Weitere immissionsrelevante, akustische Auffälligkeiten (Azimutverstellung, Lüftergeräusche usw.) lagen im Zeitraum der Messung nicht vor.

Vorliegender Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt. \*

Dieser Bericht enthält 22 Seiten und fünf Anlagen.

Rheine, 28.04.2008 FH / BB

KÖTTER Consulting Engineers KG



**KÖTTER**  
CONSULTING ENGINEERS  
BerlinerFussstraße 400 • 48403 Rheine  
Tel. 052 71 91100 • Fax 052 71 911040

\* Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. Authentisch ist dieses Dokument nur mit Originalunterschrift. Bezüglich der Urheberrechte verweisen wir auf die jeweils gültigen KCE-Beratungsbedingungen.

## INHALTSVERZEICHNIS

1.)	Zusammenfassung	2
2.)	Situation und Aufgabenstellung	4
3.)	Bearbeitungsgrundlagen	5
4.)	Messprotokoll	6
5.)	Ergebnis der Luftschallmessung	10
5.1.	Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt	10
5.2.	Tonhaltigkeit im Nahbereich	15
5.3.	Impulshaltigkeit	16
5.4.	Schalleistungspegel	17
6.)	Messunsicherheit	20
7.)	Anlagen	22

## 2.) Situation und Aufgabenstellung

Im Windpark Sulingen-Ost am Standort 27232 Sulingen befinden sich zwei Windenergieanlagen des Typs Enercon E-82 mit einem Rotordurchmesser von 82 m und einer Nabenhöhe von 108 m.

Im Auftrag der Enercon GmbH soll der Schalleistungspegel für die Windenergieanlage Nr. 2 des Windparks im Betrieb I mit der Nennleistung  $P_{\text{Nenn}} = 2.000 \text{ kW}$  FGW-konform ermittelt werden.

Weiterhin soll die WEA auf Ton- und Impulshaltigkeit im Nahbereich überprüft werden. Wenn nach dem subjektiven Höreindruck im Nahbereich eine relevante Tonhaltigkeit auftritt, soll die Tonhaltigkeit auch im Fernbereich ermittelt werden.

Die Ergebnisse sind in Form eines schalltechnischen Berichtes zu dokumentieren.

### 3.) Bearbeitungsgrundlagen

Für die Ermittlung der Geräuschemissionen werden folgende Normen, Vorschriften und Unterlagen herangezogen:

- [1] DIN EN 61400-11, Windenergieanlagen - Teil 11: Schallmessverfahren;  
Ausgabe März 2007
- [2] DIN EN 61400-12, Windenergieanlagen, Teil 12: Messverfahren zur Bestimmung des Leistungsverhaltens bei Windenergieanlagen; Ausgabe Juli 1999
- [3] DIN 45645-1, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft; Ausgabe Juli 1996
- [4] DIN 45681, Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen;  
Ausgabe März 2005
- [5] DIN 45681 Berichtigung 2, August 2006: Akustik – Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen, Berichtigungen zu DIN 45681: 2005-03, mit CD
- [6] Fördergesellschaft Windenergie e. V.: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18, Stand 01.02.2008, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte
- [7] Leistungskennlinie der WEA des Typs Enercon E-82, berechnet von der Enercon GmbH vom 01.01.2005 und Herstellerbescheinigung vom 29.01.2008 zu spezifischen Daten der vermessenen Anlage des Typs Enercon E-82, zur Verfügung gestellt von der Enercon GmbH
- [8] Akustische Ringversuche des LUA Essen, Herr Dipl.-Ing. D. Piorr, zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen, November 2000 (Die KÖTTER Consulting Engineers KG (KCE) war Teilnehmer der Ringversuche)
- [9] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Empfehlungen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), März 2005

#### 4.) Messprotokoll

Aufgabenstellung: Messung der anlagenbezogenen Geräuschemissionen einer Windenergieanlage des Typs Enercon E-82 in 27232 Sulingen. Messung bei Betrieb I mit der Nennleistung  $P_{\text{Nenn}} = 2.000 \text{ kW}$ .

Messpunkte: Referenzmesspunkt in 128,7 m Abstand zur Rotorebene auf einer schallharten Platte in Mitwindrichtung, freie Ausbreitungsbedingungen.

Umgebung: Ackerfläche und Baumreihen.

Datum/Uhrzeit: 18.01.2008, 09:45 bis 14:45 Uhr

Messpersonal: Dipl.-Ing. Frank Henkemeier (KCE)  
Helmut Kötter (KCE)

Anlagenbeschreibung:

Typ:	Enercon E-82
Serien-Nr.:	82258
Hersteller:	Enercon GmbH
Nabenhöhe über Grund:	108 m
Rotordurchmesser:	82 m
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie:	4,32 m
Nennleistung:	2.000 kW
Leistungsregelung:	Pitch

Weitere spezifische Daten der WEA sind der Herstellerbescheinigung zu entnehmen (siehe Anlage D).

<u>Messgeräte:</u>	Schallpegelmesser am
Referenzmesspunkt:	Präzisionsschallpegelmesser Typ Nor118 Serien-Nr.: 28203 Kondensatormikrophon mit Kugelcharakteristik, Typ 1220, Serien-Nr.: 28042 Vorverstärker Typ 1206, Serien-Nr.: 27601 Alle Hersteller Norsonic, geeicht bis Ende 2009  Kalibrator, Typ 1251, Serien-Nr.: 31205 Hersteller Norsonic
DAT-Recorder:	Typ TCD-D100, Serien-Nr.: 541989, Hersteller Sony
Anemometer:	Typ CLIMA 4.3303.22.040, Serien-Nr.: 199030 Hersteller Thies
Klimamessgerät:	Typ THB4130, Serien-Nr.: 02900034, Hersteller Airflow
Entfernungsmesser:	Typ LRF 800, Hersteller Leica
Erfassung der elektri- schen Leistung:	Schnittstelle der Enercon GmbH mit Gleichspan- nungssignal
Erfassung der Rotor- drehzahl:	Schnittstelle der Enercon GmbH mit Gleichspan- nungssignal

<u>Messgeräte:</u>	Erfassung der Windgeschwindigkeit durch Gondelanemometer:	Schnittstelle der Enercon GmbH mit Gleichspannungssignal
	Daten-Logger:	Messsystem Cronos-PL2, Hersteller IMC, Serien-Nr.: 121541 (4-Kanal)
	Windschirm:	primärer Windschirm, Typ UA 0237 und Sekundärwindschirm (bespannt mit Nylongewebe, Einfluss auf den Frequenzgang im Laborversuch überprüft)
	Platte:	Schallharte Platte von 1 m Durchmesser, bündig zum Erdreich vermittelt
	10 m-Mast: (Anemometer)	luvseitig, 172 m Abstand von der vermessenen WEA

Witterungsbedingungen:

Temperatur (Mittelwert):	9 °C (Bodenwert für Luftdichtekorrektur)
Luftdruck (Mittelwert):	1.004 hPa (Bodenwert für Luftdichtekorrektur)
Windgeschwindigkeit $v_{10}$ :	1,5 - 10,5 m/s aus westlicher Richtung (Sekundenwerte, Anemometer 10 m Höhe)
Bewölkung/Niederschlag:	3/8 Bewölkung, kein Niederschlag

Fremdgeräusche:

Messwerte mit zeitlich begrenzten Fremdgeräuschen (Fahrzeuge, Flugzeuge, etc.) wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Messwerte mit ständig herrschenden Fremdgeräuschen (z. B. windinduzierte Geräusche durch Bewuchs) wurden berücksichtigt.

Standort:

Die Windenergieanlage befindet sich in 27232 Sulingen im Windpark Sulingen-Ost. In der Umgebung stehen drei weitere WEA (1 x E-82, 2 x E-70 E4), die während des Messzeitraums nicht im Betrieb waren.

Koordinaten des Standortes:

GK RW: 34.89.628

GK HW: 58.40.371

## 5.) Ergebnis der Luftschallmessung

### 5.1. Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt

Die nachstehende Vorgehensweise entspricht den Regelungen der DIN EN 61400-11 [1] zusammen mit der FGW-Richtlinie [6].

Zur Ermittlung der Schalldruckpegel wurde das Mikrofon nach [1] auf einer schallharten Platte befestigt. Die horizontale Entfernung  $S$  setzt sich standardmäßig zusammen aus der Nabenhöhe, dem Rotorradius und dem Rotorabstand zur Turmmittellinie. Der Anteil  $R_0$  von  $S$ , bestehend aus Nabenhöhe und Rotorradius, ist gleichbedeutend mit dem Abstand des Mikrofons zur Turmmittellinie und darf um bis zu 20 % gegenüber dem Standardmaß verlängert oder verkürzt werden. Er wurde hier um 17 % verkürzt, um den Störabstand zu erhöhen. Hier ergab sich eine Entfernung von  $S = 128,7$  m.

Während der Messung wurden die Mittelungspegel  $L_{Aeq}$  und die Taktmaximal-Mittelungspegel  $L_{AFTeq}$  (Taktzeit: 5 s) aufgezeichnet. Aufgrund von elektrischen Einflüssen aus der WEA wurden die Terzen oberhalb 4 kHz bei der energetischen Bildung des Summenpegels nicht mit einbezogen. Vergleichbare Messungen zeigen, dass sich unter Berücksichtigung des gesamten Frequenzbereiches der Summenpegel nur geringfügig um  $< 0,1$  dB ändert. Es wird die Messunsicherheit für den Schallpegelmesser (vgl. Kapitel 6.) um 0,2 dB erhöht. Aus den gemessenen Pegel-, Leistungs- und Windgeschwindigkeitswerten werden Minutenmittelwerte gebildet und ausgewertet.

Nach [6] sollen die Schalldruckpegel bis zu einer normierten Windgeschwindigkeit von  $v_s = 10$  m/s in 10 m Höhe berücksichtigt werden. Die normierte Windgeschwindigkeit  $v_s$  in 10 m Höhe wird nach [6] bei Anlagenbetrieb bis 95 % der Nennleistung (hier  $P_{el,95\%} = 1.900$  kW) aus der elektrischen Wirkleistung bestimmt. 95 % der Nennleistung werden mit der zugehörigen Leistungskurve bei der Referenzwindgeschwindigkeit von  $v_s = 7,7$  m/s erzeugt.

Mit Hilfe der bereitgestellten Leistungskurve werden aus den aufgezeichneten Daten der elektrischen Wirkleistung die Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe ermittelt. Diese Werte werden bezüglich der Luftdichte nach [1] korrigiert und unter Annahme eines logarithmischen Windprofils mit einer Rauigkeitslänge von  $z_0 = 0,05$  m wie folgt auf eine Referenzhöhe von 10 m umgerechnet:

$$v_s = v_H \cdot \frac{\ln\left(\frac{10}{z_{0ref}}\right)}{\ln\left(\frac{H}{z_{0ref}}\right)}$$

$v_s$	$\triangleq$	normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe
$v_H$	$\triangleq$	Windgeschwindigkeit in Höhe des Rotormittelpunktes
$z_{0ref}$	$\triangleq$	Referenzrauigkeitslänge von 0,05 m
$H$	$\triangleq$	Höhe des Rotormittelpunktes (hier: $H = 108$ m)

Da 95 % der Nennleistung unterhalb  $v_s = 10$  m/s überschritten werden, wird die normierte Windgeschwindigkeit oberhalb  $v_{s,95\%}$  aus einer direkt gemessenen Windgeschwindigkeit ermittelt. Dies ist entweder die mit dem Korrekturfaktor  $\kappa$  zu korrigierende, in 10 m Höhe gemessene Windgeschwindigkeit  $v_{10}$  (s. u.) oder die mit dem Gondelanemometer der WEA gemessene, zu korrigierende Windgeschwindigkeit  $v_n$ . Hier wird erstere Methode verwendet.

Zur Ermittlung der normierten Windgeschwindigkeit bei Anlagenbetrieb oberhalb 95 % der Nennleistung und ohne Anlagenbetrieb (Fremdgeräuschmessung) werden die mit dem Anemometer in 10 m Höhe gemessenen Werte herangezogen und über den Korrekturfaktor  $\kappa$  korrigiert.

Bei der untersuchten WEA ergibt sich der Wert:

$$\kappa = v_s / v_{10} = 1,45$$

$v_s$   $\hat{=}$  mittlere normierte Windgeschwindigkeit

$v_{10}$   $\hat{=}$  mittlere, mit dem Anemometer in 10 m Höhe gemessene Windgeschwindigkeit

Beide Mittelwerte ( $v_s$ ,  $v_{10}$ ) gehen aus den gleichen Messzeiträumen hervor. Der Unterschied zwischen den mittleren  $v_s$  und  $v_{10}$  (aus Minutenmittelwerten) von 45 % ist durch Abweichung der angenommenen von der tatsächlichen Bodenrauigkeit bedingt.

Die folgende Abbildung 1 zeigt den Schalldruckpegel  $L_{Aeq}$  am Referenzmesspunkt in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit  $v_s$ . Die entsprechenden Regressionskurven mit ihren Gleichungen sind ebenfalls enthalten.

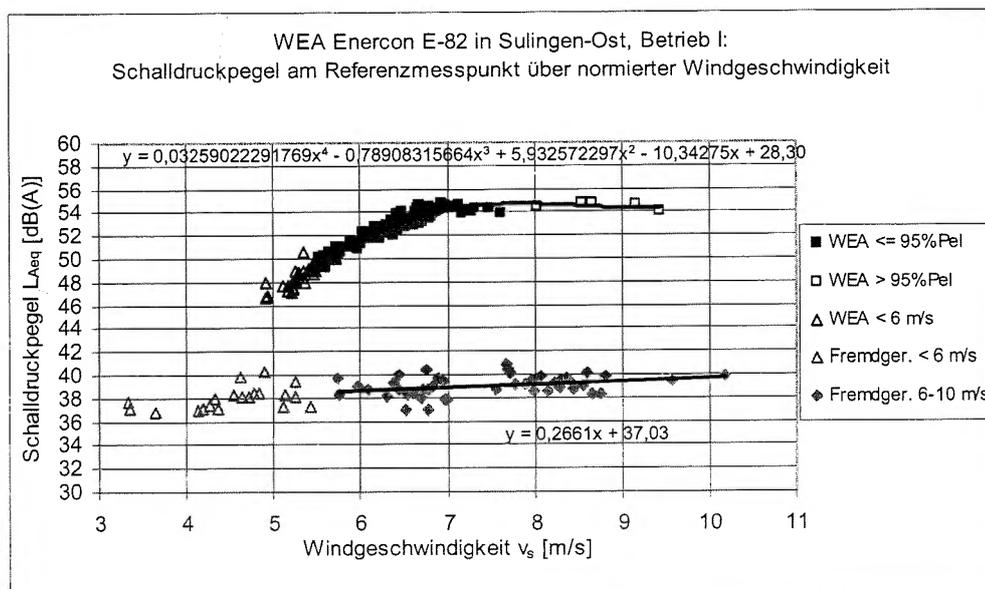
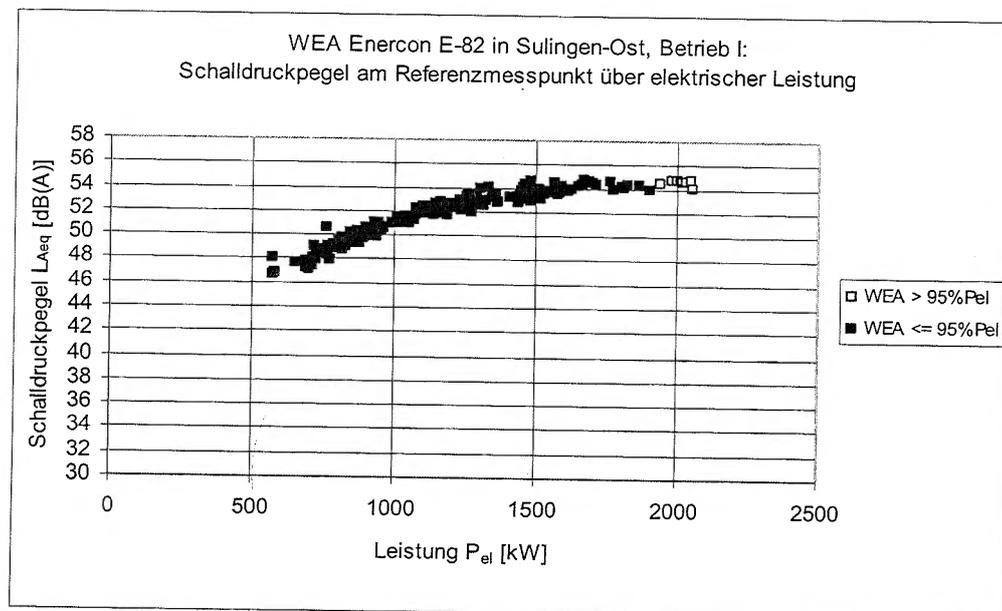


Abbildung 1: Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über normierter Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für WEA-Betrieb und Fremdgeräusch, Minutenmittelwerte

Entsprechend dem hier vermessenen Anlagentyp einer Pitchanlage wird für die Pegel mit Anlagenbetrieb eine polynomische Regression 4. Ordnung gewählt. Die Regression erfolgt für normierte Windgeschwindigkeiten von  $v_s = 6 \text{ m/s}$  bis  $v_s = 9 \text{ m/s}$ .

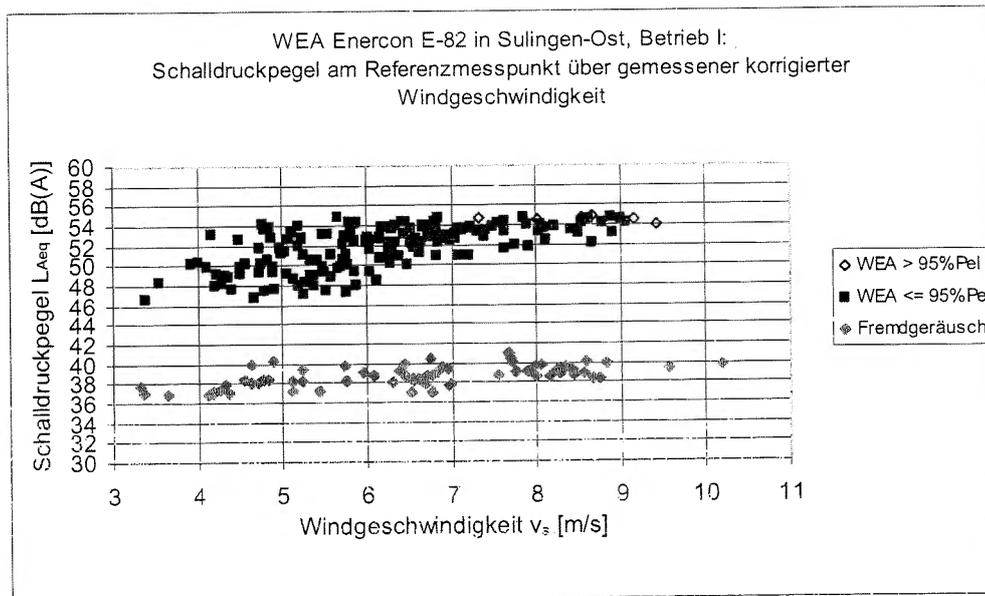
Die Pegel für Anlagenleistungen über 95 % der Nennleistung bis  $v_s = 10 \text{ m/s}$  sind in Abbildung 1 extra gekennzeichnet und in die Regression mit einbezogen.

In Abbildung 2 ist der Schalldruckpegel  $L_{Aeq}$  am Referenzmesspunkt in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung der WEA dargestellt.



**Abbildung 2:** Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über elektrischer Leistung, Minutenmittelwerte

Ergänzend sind in Abbildung 3 die gemessenen Schalldruckpegel über der in 10 m Höhe im Luv der WEA gemessenen und korrigierten Windgeschwindigkeit aufgetragen. In dieser Abbildung sind auch die Messwerte enthalten, die in Abbildung 1 herausfallen, weil zwar der 95 %-Wert  $v_{s,95\%} = 7,7 \text{ m/s}$  von der normierten Windgeschwindigkeit überschritten, aber von der gemessenen und korrigierten Windgeschwindigkeit des 10 m-Anemometers unterschritten wird.



**Abbildung 3:** Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über gemessener korrigierter Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für WEA-Betrieb und Fremdgeräusch, Minutenmittelwerte

Die Streuung der Pegelwerte bei Anlagenbetrieb ist höher als in Abbildung 1, da der Schalldruckpegel mit der direkt gemessenen Windgeschwindigkeit weniger korreliert als mit der über die Anlagenleistung gemessene normierten Windgeschwindigkeit. Als Basis für die Ermittlung des Schalleistungspegels dient Abbildung 1 mit ihren Regressionsfunktionen.

In Tabelle 1 sind die aus der Regression 4. Ordnung bei WEA-Betrieb ( $L_{s+n}$ ) und aus der linearen Regression bei den Fremdgeräuschen ( $L_n$ ) ermittelten Schalldruckpegel aufgelistet. Zudem sind die Abstände  $\Delta L_{s+n,n}$  zwischen WEA- und Fremdgeräusch sowie die fremdgeräuschkorrigierten Pegel  $L_{Aeq,c}$  aufgeführt.

$v_s$ [m/s]	6	7	8 <sup>2)</sup>	9	10 <sup>2)</sup>	7,7 <sup>1)</sup>
Anzahl Werte: WEA an / aus	84 / 8	49 / 14	2 / 16	4 / 5	0 / 2	--
$L_{s+n}$ [dB(A)]	51,6	54,2	54,7	54,3	--	54,7
$L_n$ [dB(A)]	38,6	38,9	39,2	39,4	39,7	39,1
$\Delta L_{s+n,n}$ [dB]	13,0	15,3	15,6	14,9	--	15,6
$L_{Aeq,c}$ [dB(A)]	51,4	54,1	54,6	54,2	--	54,6

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.900$  kW

2) Witterungsbedingt ist das Windgeschwindigkeits-Bin nicht vollständig.

**Tabelle 1:** Emissionsdaten der WEA vom Typ Enercon E-82 aus der Regression 4. Ordnung (WEA-Betrieb) und der Regression 1. Ordnung (Fremdgeräusch)

In der Anlage B befinden sich die Zeitverläufe des Schalldruckpegels, der elektrischen Leistung, der Rotordrehzahl, der Gondelanemometerwindgeschwindigkeit und der Anemometerwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe. Weiterhin ist dort ein Scatter-Plot der Minutenmittelwerte der Rotordrehzahl über der elektrischen Leistung aus den Fernüberwachungsdaten dargestellt. Aus einer polynomischen Regression 5. Ordnung berechnete Mittelwerte der Rotordrehzahl zu jedem Windgeschwindigkeits-Bin befinden sich in Tabelle 4.

Die Turbulenzintensität wird aus drei Intervallen der Messung der Windgeschwindigkeit von je 10 Minuten ermittelt. Sie beträgt durchschnittlich 14 %.

## 5.2. Tonhaltigkeit im Nahbereich

Eine Tonhaltigkeitsanalyse für den Nahbereich der WEA erfolgt mit den während der Messung aufgezeichneten DAT-Aufnahmen zum Referenzmesspunkt. Es werden FFT-Frequenzspektren des WEA- und des Fremdgeräusches erzeugt.

Angewendet wird das Auswerteverfahren nach [1].

Die einzelnen 10-sec-Spektren des Frequenzbereichs 0 - 1.600 Hz sowie detaillierte Berechnungsergebnisse können der Anlage C entnommen werden. Dort sind zur Information auch Ergebnisse mit  $\Delta L_{a,k} < -3,0$  dB aufgeführt, die gemäß [1] nicht dokumentiert werden müssen.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse zusammengefasst. Angegeben werden dort die Frequenzen, bei denen sich im Falle von Tonhaltigkeit Werte  $\Delta L_{a,k} \geq -3,0$  dB ergeben. Die in der letzten Zeile stehenden  $K_{TN,max}$ -Werte sind für den Tonzuschlag der WEA maßgeblich.

$v_s$ [m/s]	6	7	8	9	10 <sup>2)</sup>	7,7 <sup>1)</sup>
$f_T$ [Hz]	--	--	--	--	--	--
$\Delta L_{a,k,max}$ [dB]	--	--	--	--	--	--
$K_{TN,max}$ [dB]	0	0	0	0	--	0

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.900$  kW  
 2) Witterungsbedingt keine Daten vorhanden

**Tabelle 2:** Tonhaltigkeit im Nahbereich

Die rechnerische Auswertung nach [1] ergibt keinen Zuschlag für Tonhaltigkeit im Nahbereich. Unter 100 Hz sind keine signifikanten Einzeltöne vorhanden.

Nach der subjektiven Wahrnehmung während des Messzeitraums ist die WEA im Nahbereich nicht tonhaltig.

Während einer Ortsbegehung im Fernfeld am Messtag wurde gemäß des subjektiven Höreindrucks keine Tonhaltigkeit festgestellt.

### 5.3. Impulshaltigkeit

Nach dem subjektiven Höreindruck während des Messzeitraums liegt keine Impulshaltigkeit vor. Die Blattdurchgangsfrequenz war nicht auffällig.

Auffällige Geräusche während des Betriebes der Azimutverstellung wurden nicht festgestellt.

$v_s$ [m/s]	6	7	8	9	$10^{2)}$	$7,7^{1)}$
$K_{IN,subjektiv}$ [dB]	0	0	0	0	--	0

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.900$  kW  
 2) Witterungsbedingt keine Daten vorhanden

Tabelle 3: Impulshaltigkeit im Nahbereich

Während einer Ortsbegehung im Fernfeld am Messtag wurde gemäß des subjektiven Höreindrucks keine Impulshaltigkeit festgestellt.

#### 5.4. Schalleistungspegel

Aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel  $L_{Aeq,c}$  am Referenzmesspunkt wird der immissionsrelevante Schalleistungspegel  $L_{WA}$  nach [1] wie folgt bestimmt:

$$L_{WA} = L_{Aeq,c} - 6 + 10 \lg \left( 4\pi \cdot \frac{R_1^2}{S_0} \right)$$

$R_1 \triangleq$  Abstand zwischen Rotormittelpunkt und Mikrofon, ermittelt aus:

$$R_1 = \sqrt{S^2 + H^2} \quad \text{mit} \quad S \triangleq \text{Abstand des Mikrofons zur Rotorebene}$$

$H \triangleq$  Höhe des Rotormittelpunktes

(hier:  $R_1 = 168$  m)

$S_0 \triangleq$  Bezugsfläche ( $S_0 = 1$  m<sup>2</sup>)

Die Konstante von 6 dB in obiger Gleichung trägt der Schalldruckpegelerhöhung auf einer schallharten Platte Rechnung.

In Tabelle 4 sind zusammenfassend nicht akustische Parameter ( $P_{el}$  = elektrische Leistung,  $n_{Rotor}$  = Rotordrehzahl) sowie Schalldruckpegel  $L_{s+n}$ ,  $L_n$ ,  $L_{Aeq,c}$ , Tonzuschläge  $K_{TN}$ , Impulzzuschläge  $K_{IN}$  und Schalleistungspegel  $L_{WA}$  für die vorliegenden normierten Windgeschwindigkeiten  $v_s$  angegeben.

$v_s$ [m/s]	6	7	8 <sup>2)</sup>	9	10 <sup>2)</sup>	7,7 <sup>1)</sup>
$P_{el}$ [kW], Mittel Grenzen von - bis	1.055 (825- 1.331)	1.687 (1.332 – 1.864)	1.961 (1.865 – 2.000)	2.000	2.000	1.900
$n_{Rotor}$ [min <sup>-1</sup> ]	15,6	17,1	17,8	18,3	--	17,6
$L_{s+n}$ [dB(A)]	51,6	54,2	54,7	54,3	--	54,7
$L_n$ [dB(A)]	38,6	38,9	39,2	39,4	39,7	39,1
$\Delta L_{s+n,n}$ [dB]	13,0	15,3	15,6	14,9	--	15,6
$L_{Aeq,c}$ [dB(A)]	51,4	54,1	54,6	54,2	--	54,6
$K_{TN}$ [dB]	0	0	0	0	--	0
$K_{IN,subjektiv}$ [dB]	0	0	0	0	--	0
$L_{WA}$ [dB(A)]	100,9	103,6	104,1	103,7	--	104,1

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.900$  kW

2) Witterungsbedingt ist das Windgeschwindigkeits-Bin nicht vollständig.

**Tabelle 4:** Nicht akustische und akustische Parameter der WEA Enercon E-82 am Standort 27232 Sulingen

Die maximale Schalleistung wird für die normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 7,7$  m/s mit  $L_{WA} = 104,1$  dB(A) bestimmt. Weitere immissionsrelevante, akustische Auffälligkeiten (Azimutverstellung, Lüftergeräusche usw.) lagen im Zeitraum der Messung nicht vor.

Während einer Ortsbegehung am Messtag wurde keine subjektiv wahrnehmbare Richtcharakteristik der WEA festgestellt.

Alle Auswertergebnisse beziehen sich auf die vermessene Anlage unter Zugrundelegung der in Anlage D angegebenen berechneten Leistungskurve. Die Leistungskurve wurde vom Anlagenhersteller speziell für die vermessene WEA und Betriebsweise zur Verfügung gestellt. Eine vermessene Leistungskurve lag für diese Betriebsweise nicht vor. Es ist mit einer geringfügig erhöhten Messunsicherheit zu rechnen, siehe Kapitel 6.), Anteil  $U_{B7}$ .

Für Windklassen, die über den 95%-Wert der Nennleistung hinausreichen, kann die Anlagenleistung bis zur Nennleistung ansteigen, da hier die gemessene und korrigierte Windgeschwindigkeit des 10 m-Anemometers die Grundlage bildet und nicht die aus der Leistung abgeleitete normierte Windgeschwindigkeit (siehe Angaben  $P_{e1}$  in Tabelle 4).

## 6.) Messunsicherheit

Die Messgenauigkeit wird neben der Genauigkeit der verwendeten Messgeräte von den Witterungs- und Ausbreitungsbedingungen sowie der angegebenen Leistungskurve bestimmt. Die Messunsicherheit wird nach [6] ermittelt. Als Gesamt-Messunsicherheit ergibt sich auf diese Weise:

$$U_C = \sqrt{U_{A,s}^2 + U_{B1}^2 + \dots + U_{B8}^2}$$

aus den einzelnen Messunsicherheiten. Sie entspricht der Messunsicherheit für die Ermittlung des Schalleistungspegels.

Hierfür werden zunächst Standardabweichungen der Regressionswerte aus Abbildung 1 mit und ohne WEA-Betrieb berechnet, genannt  $U_{A,s+n}$  und  $U_{A,n}$ . Die Formel dazu entspricht jeweils:

$$U_A = \sqrt{\frac{\sum (y - y_{est})^2}{N(N-2)}}$$

$$U_{A,s+n} = 0,4 \text{ dB,}$$

$$U_{A,n} = 1,0 \text{ dB.}$$

Mit den Standardabweichungen  $U_{a,s+n}$  und  $U_{a,n}$  sowie dem Schalldruckpegel des Gesamtgeräusches  $L_{s+n} = 54,3 \text{ dB(A)}$ , des Fremdgeräusches  $L_n = 39,4 \text{ dB(A)}$  und dem fremdgeräuschkorrigierten Pegel  $L_s = 54,2 \text{ dB(A)}$  errechnet sich eine Unsicherheit des fremdgeräuschbereinigten Anlagenpegels  $U_{A,s}$ . Da sich im Bin 8 m/s lediglich zwei Minutenmittelwerte befinden, wird der statistische Fehler für das Bin 9 m/s berechnet.

$$U_{A,s} = \frac{\sqrt{(U_{A,s+n} \cdot 10^{0,1L_{s+n}})^2 + (U_{A,n} \cdot 10^{0,1L_n})^2}}{10^{0,1L_s}}$$

$$= 0,4 \text{ dB.}$$

Die weiteren Messunsicherheiten werden mit den in der folgenden Tabelle angegebenen Werten abgeschätzt:

Fehlerquellen	Bezeichnung	Messunsicherheit [dB]
Akustischer Kalibrator	$U_{B1}$	0,2
Schallpegelmesser	$U_{B2}$	0,4
Schallharte Platte	$U_{B3}$	0,3
Messabstand	$U_{B4}$	0,1
Luftimpedanz	$U_{B5}$	0,1
Turbulenz	$U_{B6}$	0,4
Windgeschwindigkeit	$U_{B7}$	0,3
Richtung	$U_{B8}$	0,3

Tabelle 5: Geschätzte Messunsicherheiten  $U_B$

Die Gesamt-Messunsicherheit beträgt damit  $U_C = +/- 0,9$  dB.

7.) **Anlagen**

Anlage A: Fotos und Lageplan

Anlage B: Diagramme der Zeitverläufe

Anlage C: Frequenzspektren und Tonhaltigkeit

Anlage D: Leistungskennlinie und Herstellerbescheinigung zur Enercon E-82 am Standort Sulingen

Anlage E: Auszug aus dem Prüfbericht

Anlage A: Fotos und Lageplan

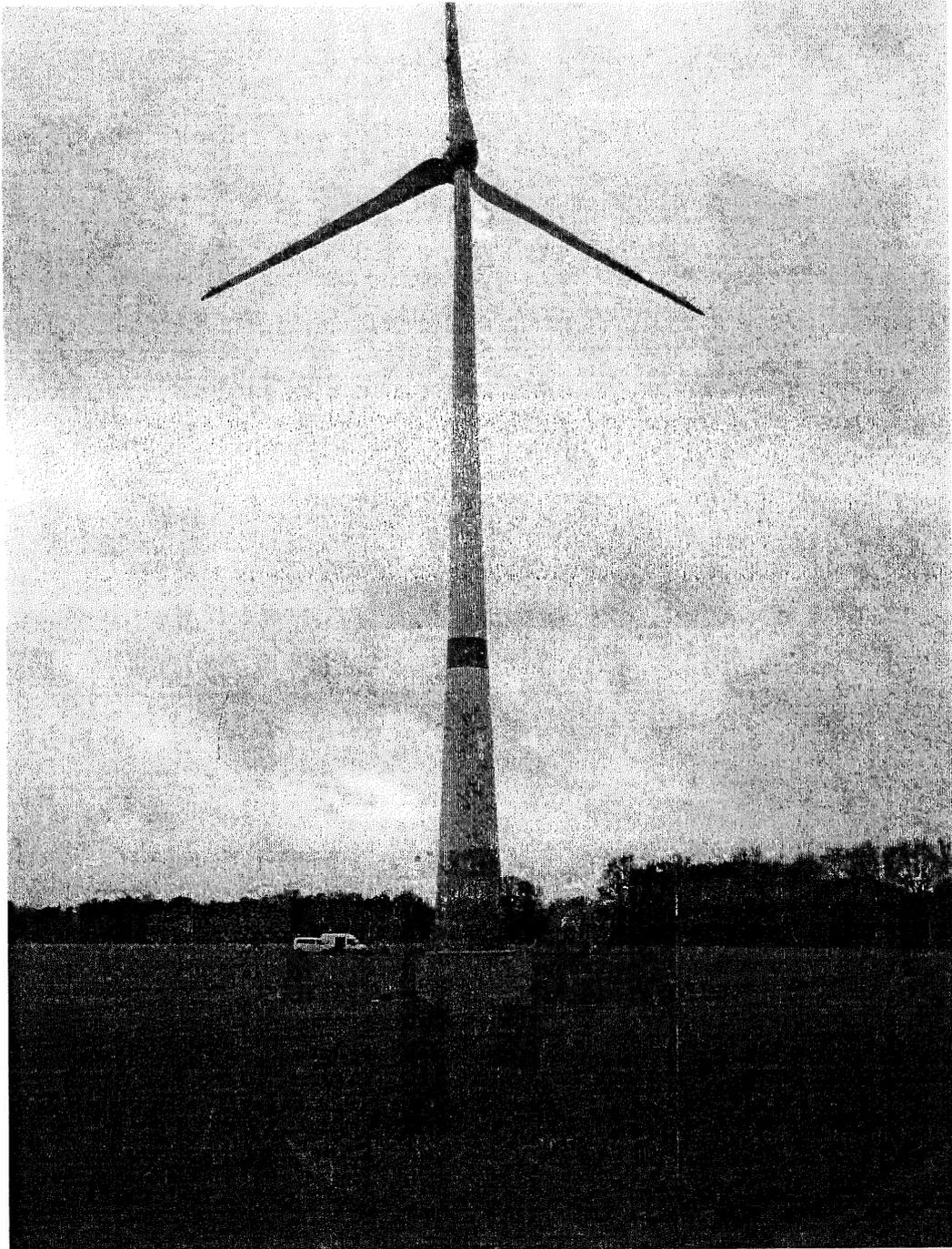


Bild 1: Mikrofon am Referenzmesspunkt zur Enercon E-82 hin (Standort Sulingen)

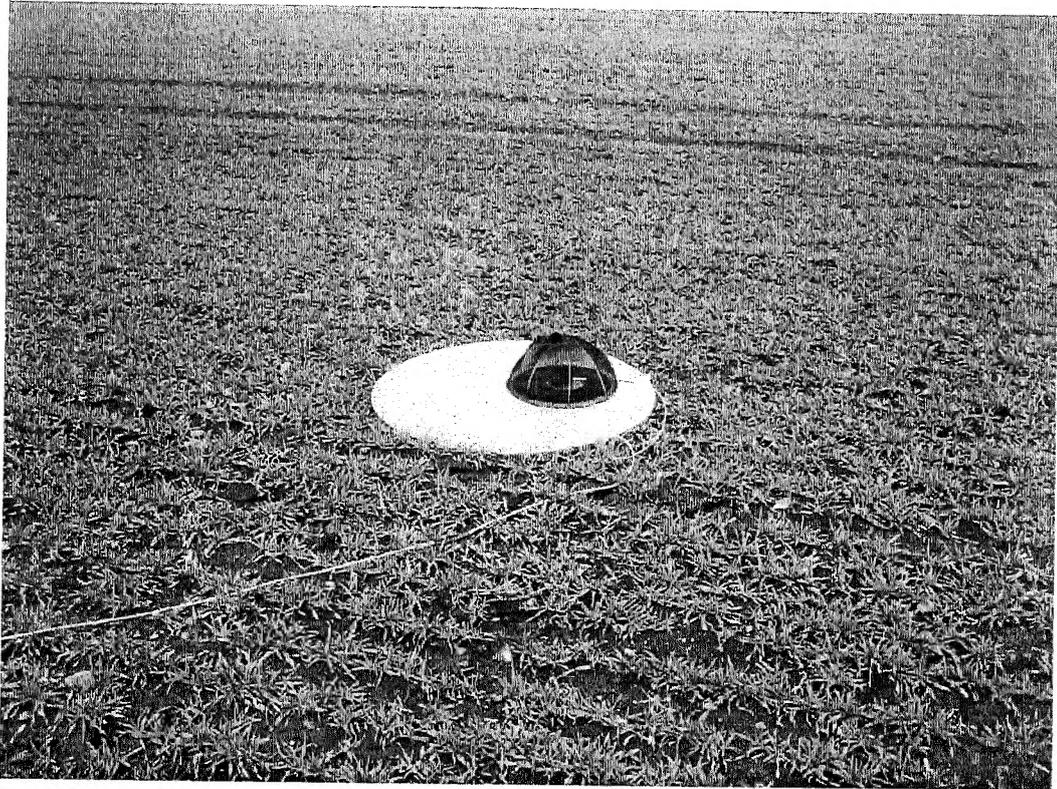


Bild 2:

Mikrofon am Referenzmesspunkt (Standort Sulingen)

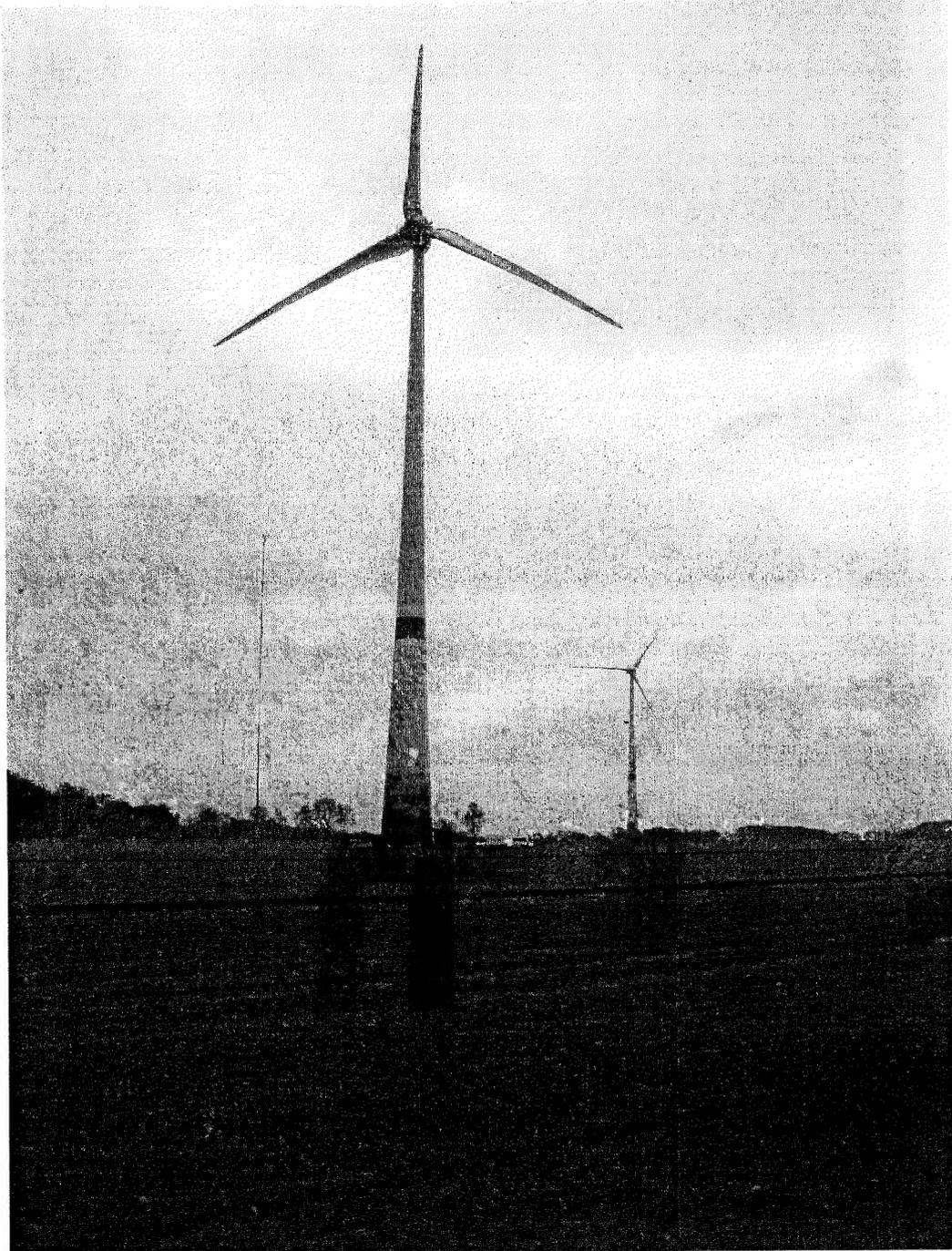
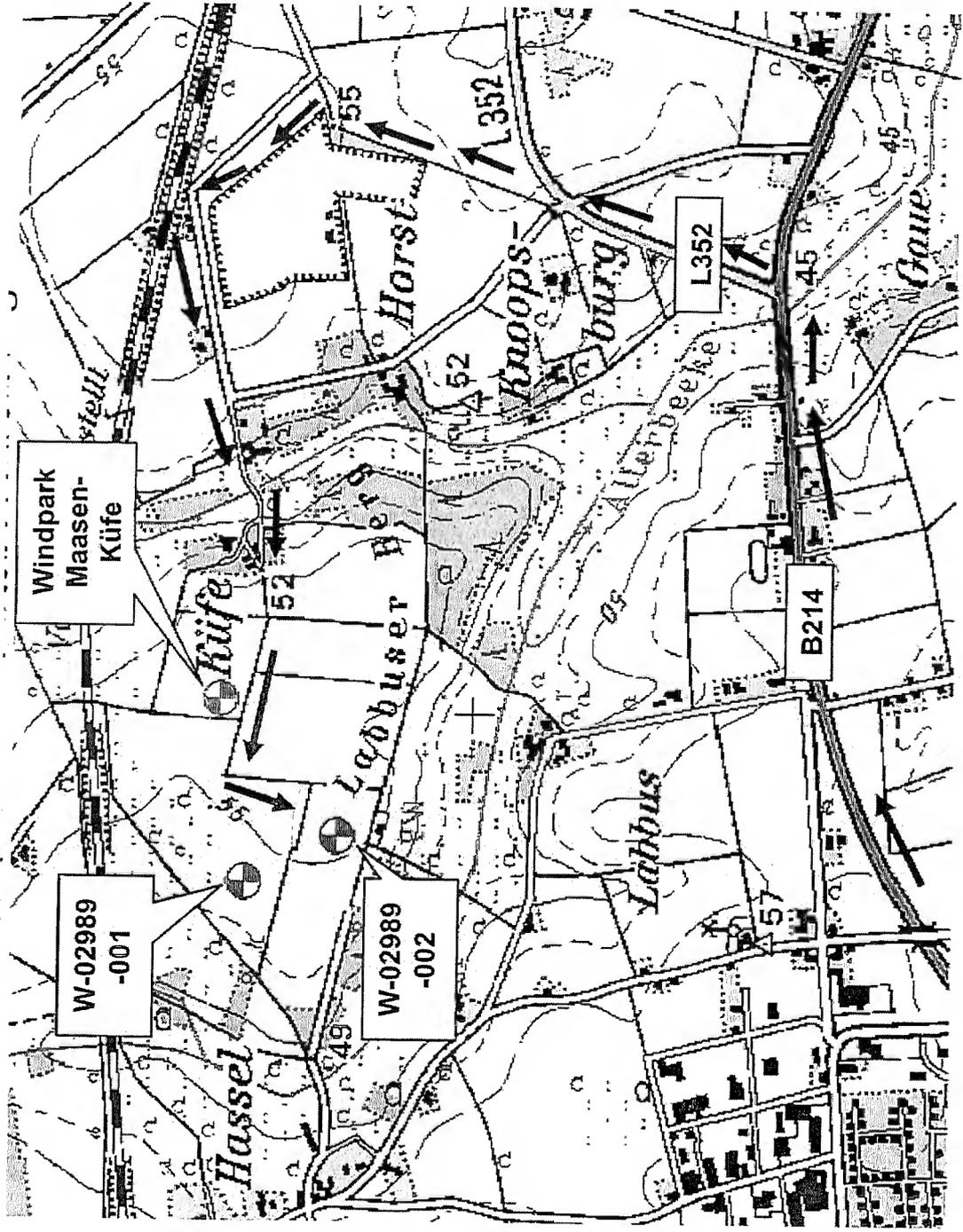


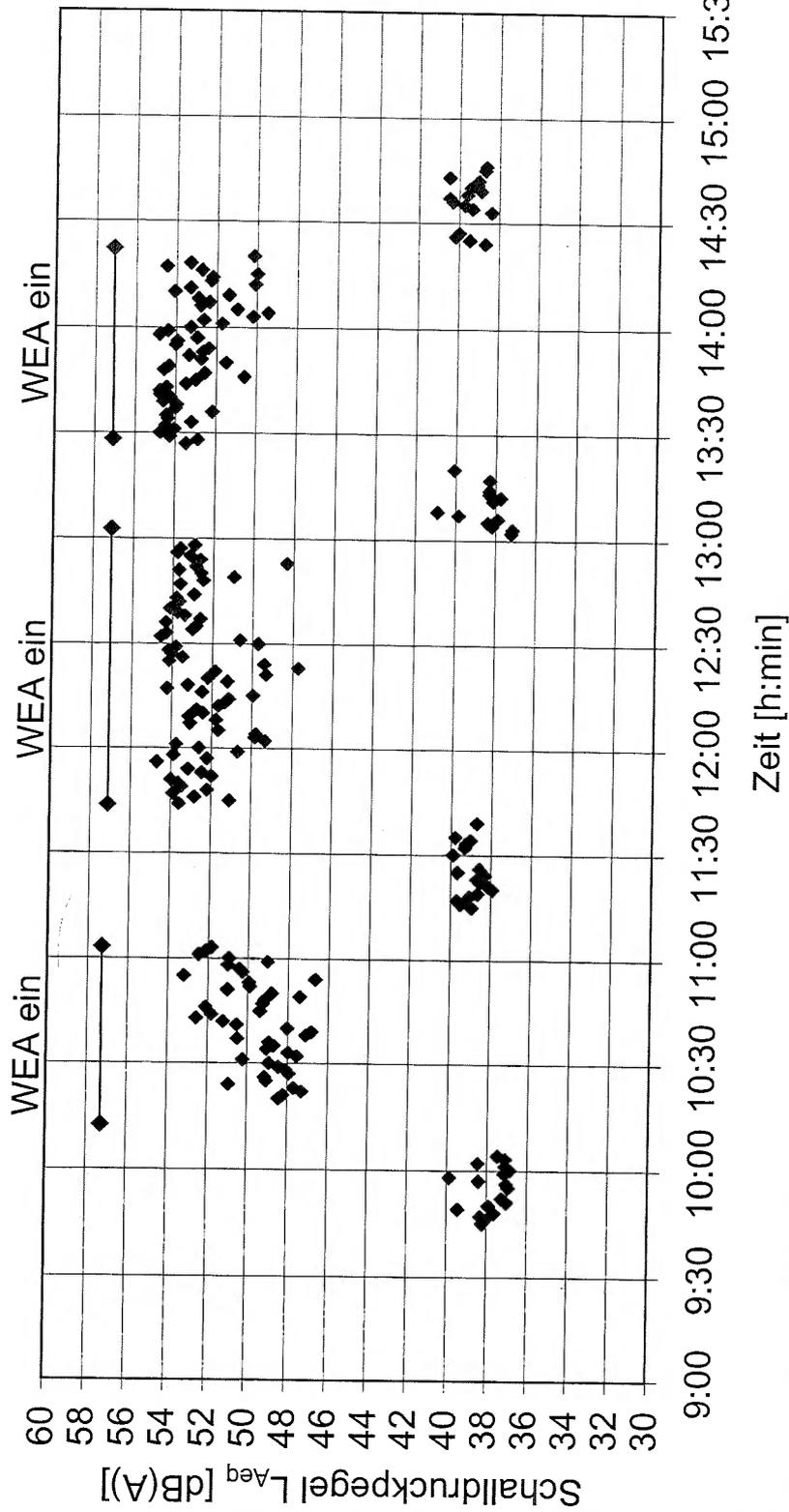
Bild 3:

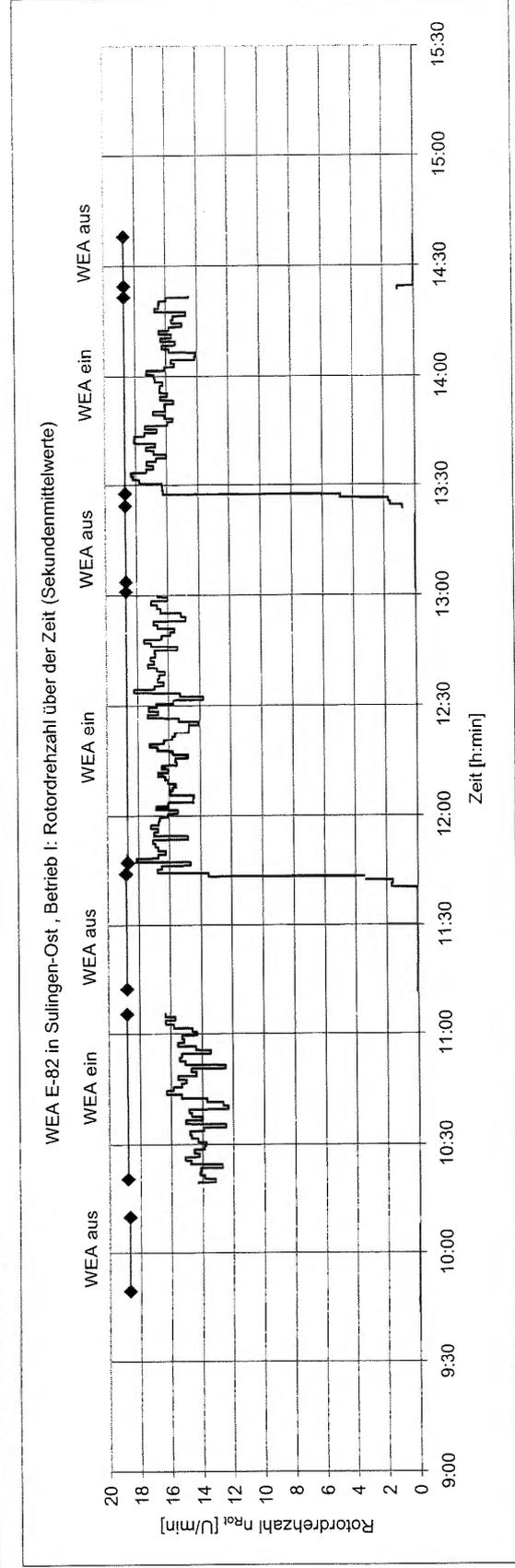
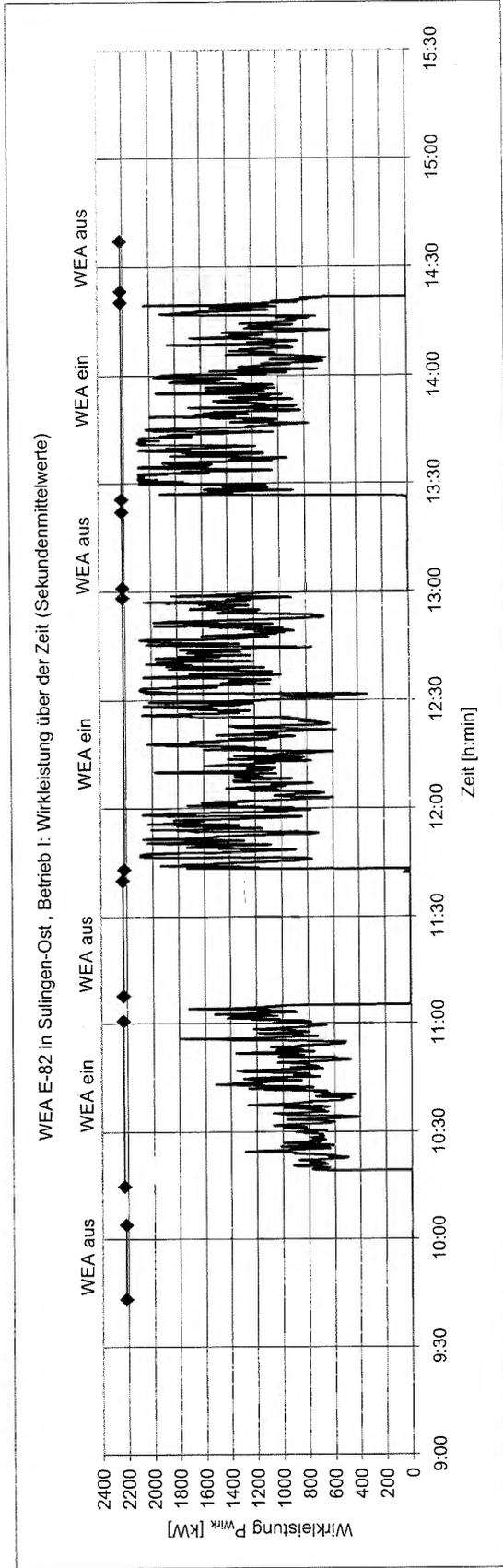
Enercon E-82 vom Anemometer aus (Standort Sulingen)



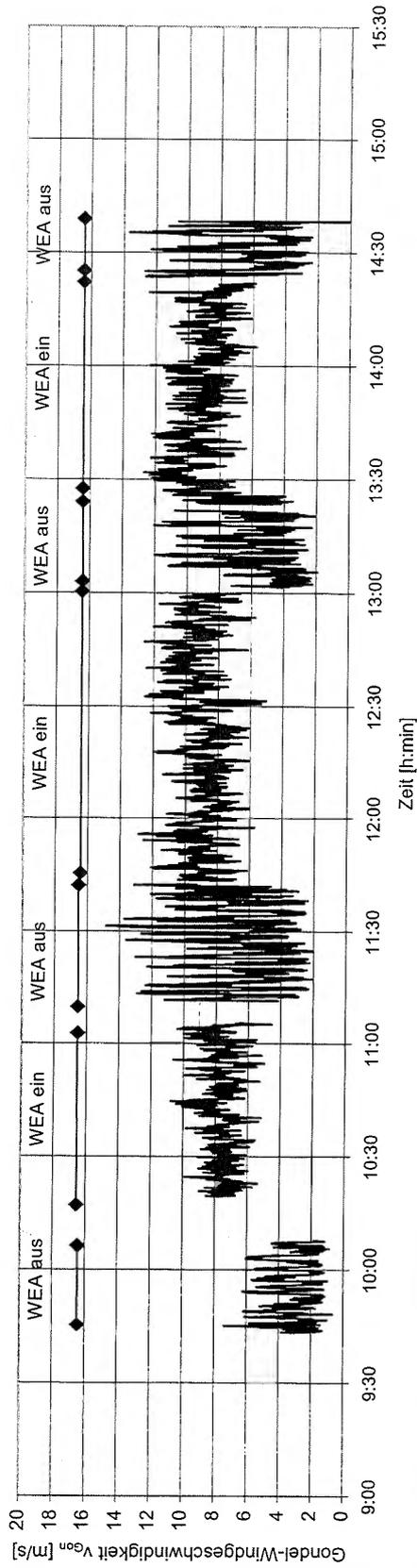
Anlage B: Diagramme der Zeitverläufe

WEA Enercon E-82 in Sulingen-Ost, Betrieb I: Schalldruckpegel in  
 Abhängigkeit der Zeit (Minutenmittelwerte ohne Fremdgeräusche)

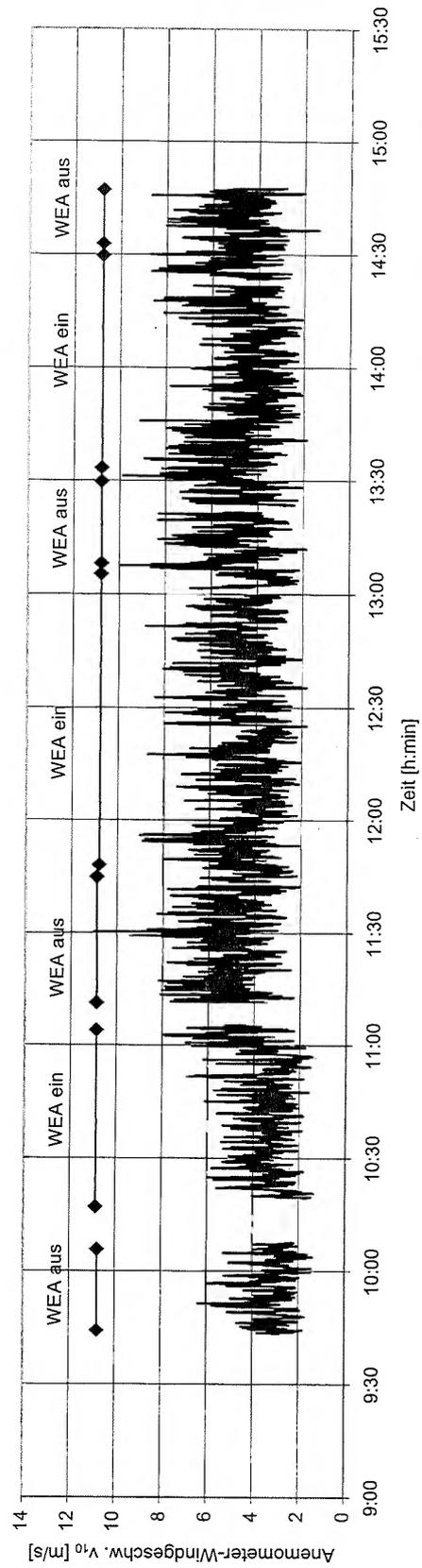




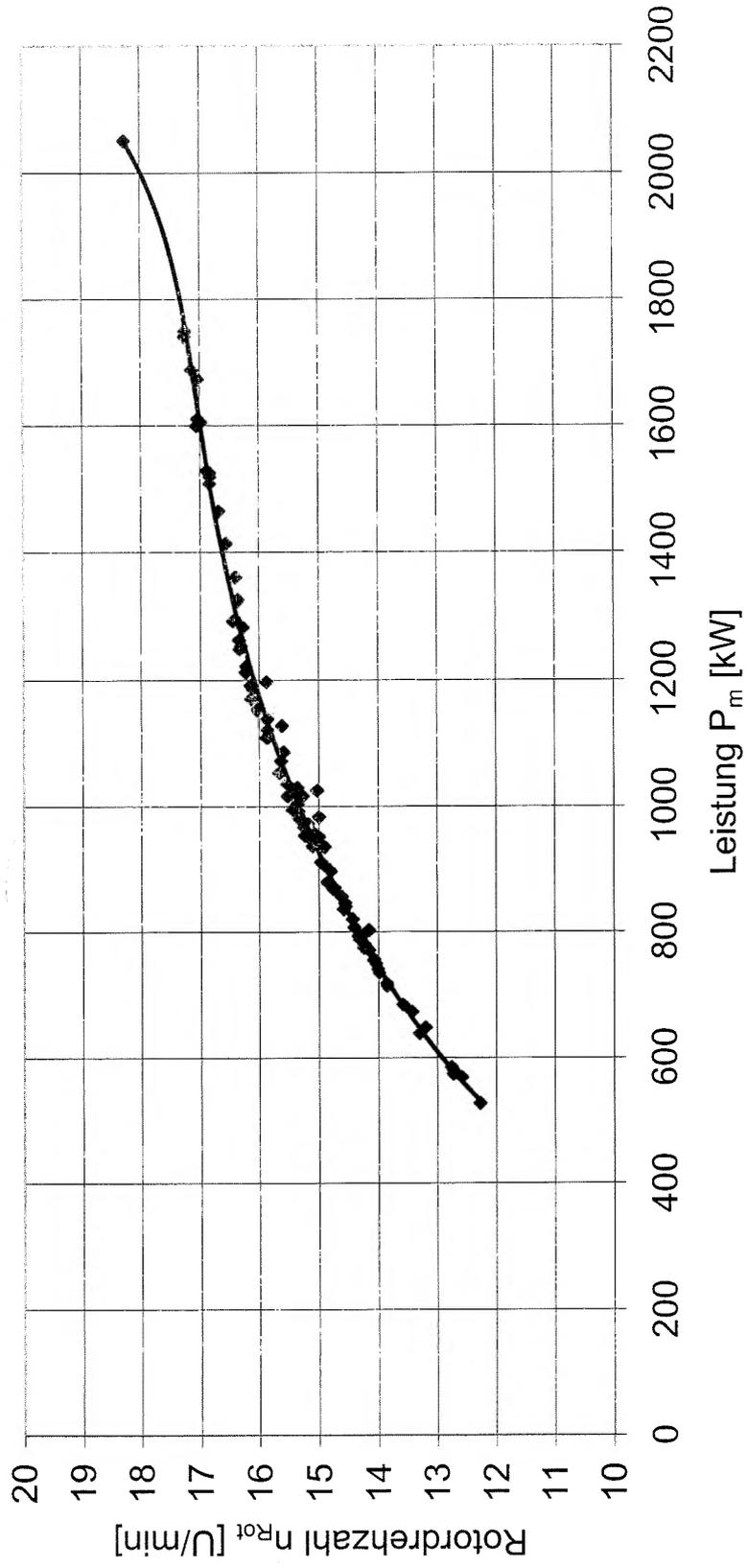
WEA E-82 in Sulingen-Ost, Betrieb I: Gondelanemometer-Windgeschwindigkeit über der Zeit (Sekundenmittelwerte)



Windmesspunkt nahe WEA in 10 m Höhe: Anemometer-Windgeschwindigkeit über der Zeit (Sekundenmittelwerte)



WEA E-82 in Sulingen-Ost, Betrieb I: Rotordrehzahl über elektrischer Leistung  
(Minutenmittelwerte aus den Fernüberwachungsdaten)

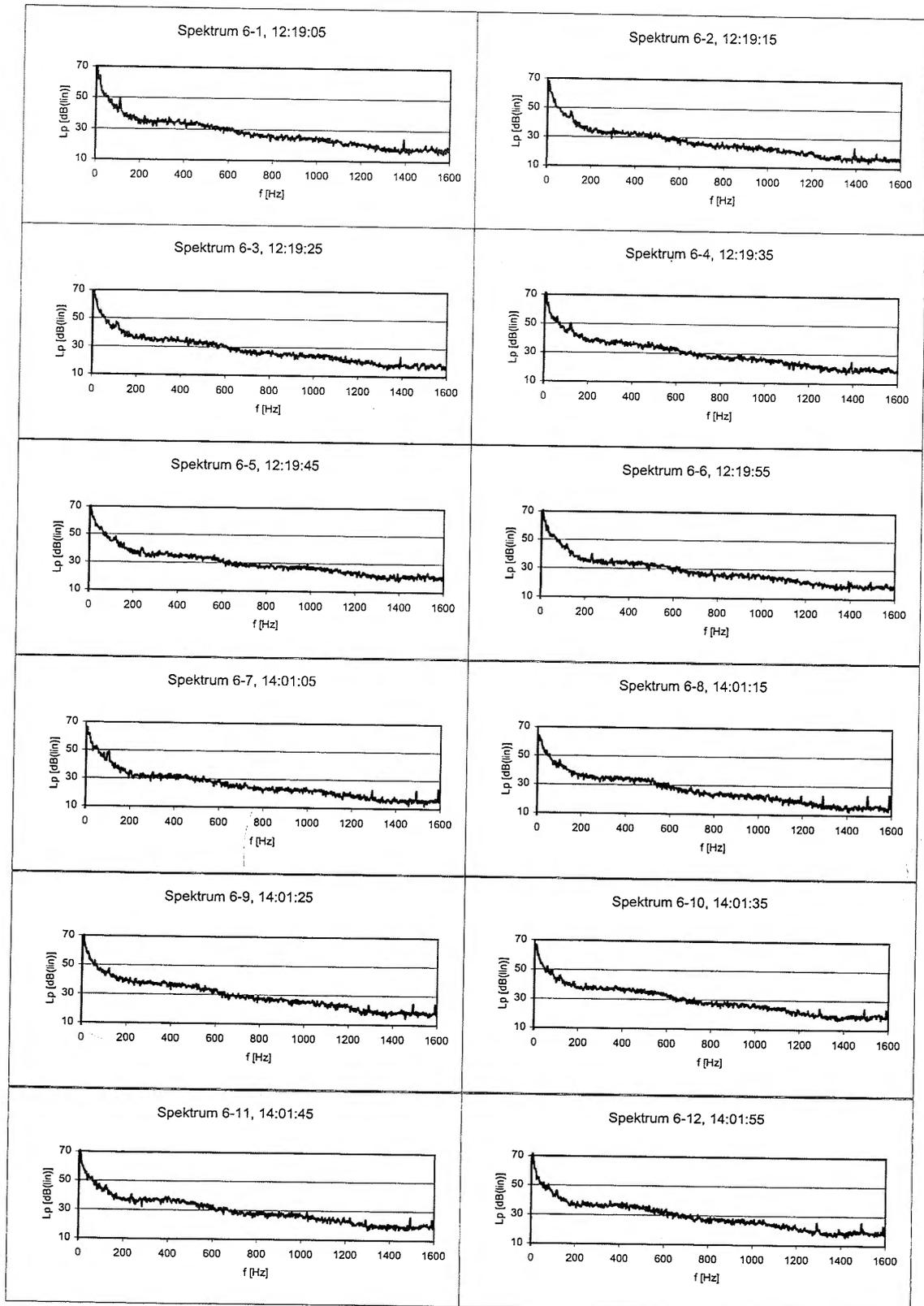


Anlage C:      Frequenzspektren und Tonhaltigkeit

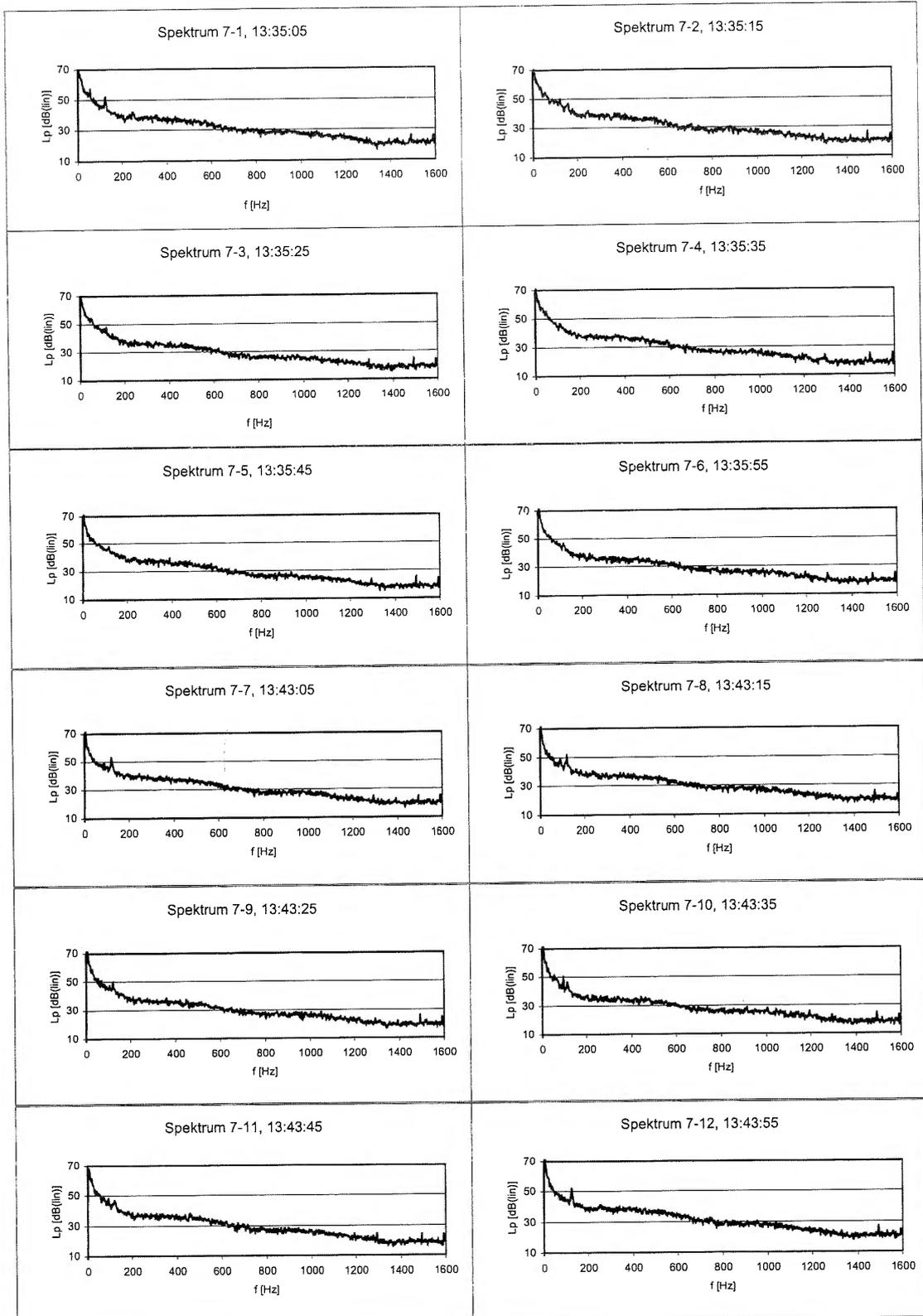




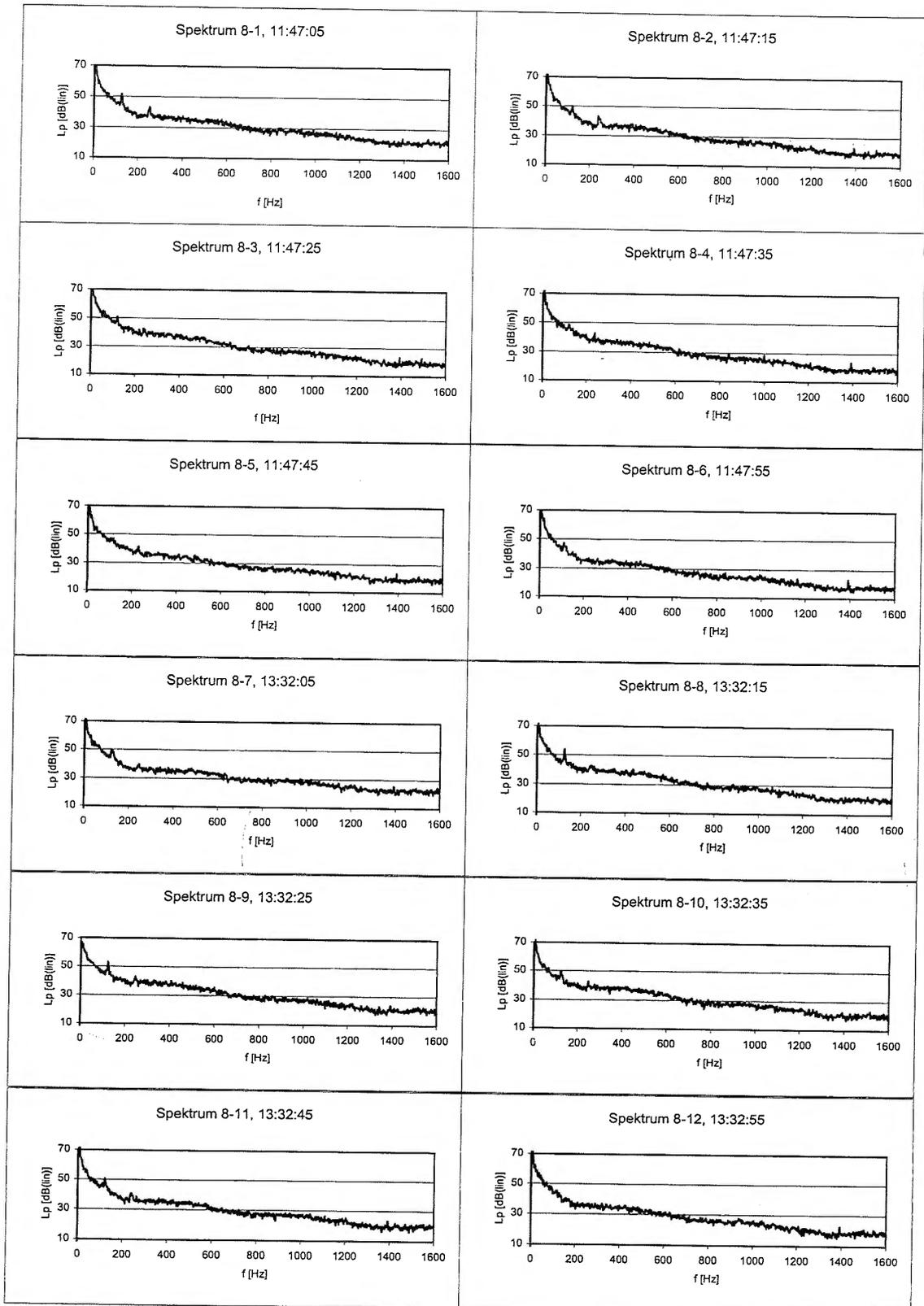


**WEA E-82 in Sulingen-Ost, Betrieb I**  
**Spektrren,  $v_s = 6 \text{ m/s}$** 


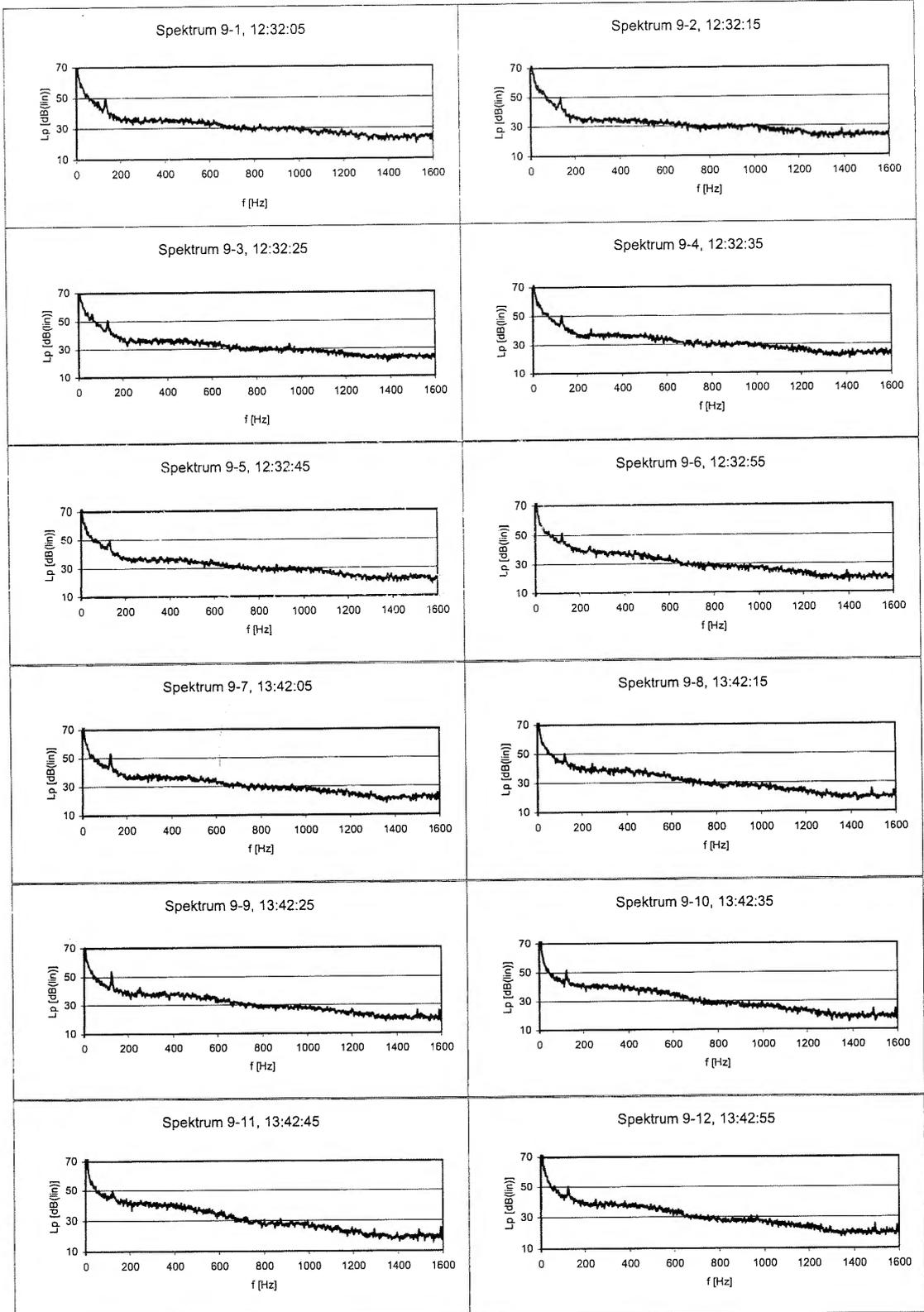
WEA E-82 in Sulingen-Ost, Betrieb I  
 Spektren,  $v_s = 7$  m/s



WEA E-82 in Sulingen-Ost, Betrieb I  
 Spektren,  $v_s = 8 \text{ m/s}$



WEA E-82 in Sulingen-Ost, Betrieb I  
 Spektren,  $v_s = 9$  m/s

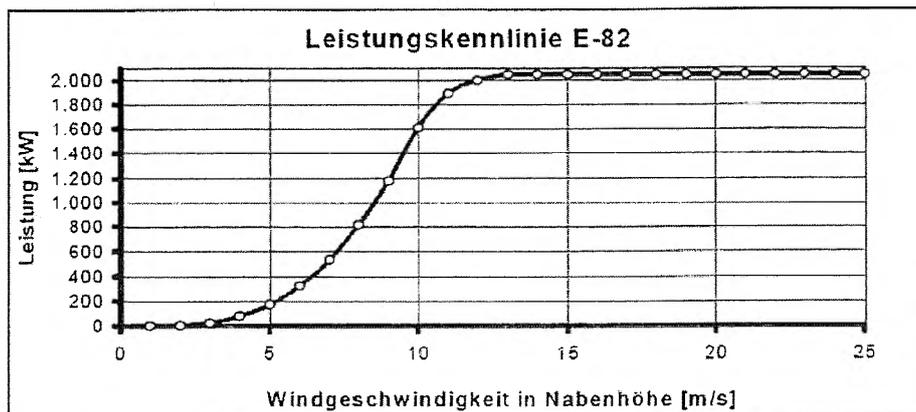


Anlage D: Leistungskennlinie und Herstellerbescheinigung zur Enercon E-82

Nennleistung: 2.000 kW

Quelle: berechnete Kennlinie Rev. 1.0, Januar 2005

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v [m/s]	Leistung P [kW]
1,0	0,0
2,0	3,0
3,0	25,0
4,0	82,0
5,0	174,0
6,0	321,0
7,0	532,0
8,0	815,0
9,0	1.180,0
10,0	1.612,0
11,0	1.890,0
12,0	2.000,0
13,0	2.050,0
14,0	2.050,0
15,0	2.050,0
16,0	2.050,0
17,0	2.050,0
18,0	2.050,0
19,0	2.050,0
20,0	2.050,0
21,0	2.050,0
22,0	2.050,0
23,0	2.050,0
24,0	2.050,0
25,0	2.050,0



**Document information:**

Author/ date:  
Department:  
Approved/ date:  
Revision:

Schv21.04.2005  
SA  
BR21.04.2006  
1.0

Translator/date:  
Revisor/date:  
Reference:

SA-N-PC berechnet E-82 2MW Rev1.0-ger-ger.doc

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten des Anlagentypes:  
 Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation:

ENERCON E-82  
 ENERCON E-82

Datum / date: 2008-01-29

1. Allgemeines		General
Hersteller	Enercon GmbH	manufacturer
Anlagenbezeichnung	E-82	type name
Art (horizontal/vertikal)	horizontal	type (horizontal / vertical)
Nennleistung	2000 kW	rated power
Leistungsregelung	pitch	power control
Nabenhöhe über Fundament	108,2 m	hub height above foundation
Nabenhöhe über Grund	108,4 m	hub height above ground
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s	rated wind speed
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s	cut-in and cut-out wind speed
Überlebenswindgeschwindigkeit	59,5 m/s	survival wind speed
Rechnerische Lebensdauer	20 Jahre / years	calculated safe life
Beitrag zum Kurzschlussstrom	3,2 kA (400 V)	contribution to short circuit current
2. Rotor		Rotor
Durchmesser	82 m	diameter
Bestrichene Fläche	5281 m <sup>2</sup>	swept area
Anzahl der Blätter	3	number of blades
Nabenart (pendelnd/starr)	starr	kind of hub
Anordnung zum Turm (luv/lee)	luv	relative position to tower (luv/lee)
Nenn Drehzahl / -bereich	6 – 19 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)	rated speed
Auslegungsschnellaufzahl		design tip speed ratio
Rotorblatteinstellwinkel	variabel	rotor blade pitch setting
Konuswinkel	0°	cone angle
Achsneigung	5°	tilt angle
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie	4,32 m	distance between rotor flange centre - tower centre line
3. Rotorblatt		Rotor blade
Hersteller	ENERCON	manufacturer
Typenbezeichnung	82-1	type
Profile innen	ENERCON	blade section inside
Profile aussen	ENERCON	blade section outside
Material	GFK (Epoxy)	material
Länge	38,8 m	length
Profiltiefe max/min		chord length (max/min)
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbolatoren)	keine/none	additional components (e.g. stall strips, vortex generators, trip strips)
Extenderlänge		Extender length
4. Getriebe		Gear
Hersteller		manufacturer
Typenbezeichnung		type
Ausführung		design
Übersetzungsverhältnis		gear ratio
5. Generator		Generator
Hersteller	ENERCON	manufacturer
Typenbezeichnung	E-82	type
Anzahl	1	numbers
Art	synchron Ringgenerator	design
Nennleistung(en)	2000 kW	rated power(s)
Nennscheinleistung	2000 kVA	rated apparent power
Nenn Drehzahlen oder Drehzahlbereich	6 – 19 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)	rated speed(s) / speed range
Spannung	variabel	voltage
Frequenz	variabel	frequency
Nennschlupf		rated slip
6. Turm		Tower
Hersteller	WEC Turmbau	manufacturer
Typenbezeichnung	E-82/BF/107/23/01	type
Ausführung (Gitter/Rohr, zyl./kon.)	Rohr	design (tapered/tube, cylin./lattice)
Material	Fertigteilebeton	material
Länge	107,1 m	length
7. Windrichtungsnachführung		Yaw orientation drive
Ausführung (aktiv/passiv)	Aktiv	design (active/passive)
Antriebsart (el./mech./hydr.)	elektrisch	drive (electr./mech./hydr.)
Dämpfungssystem während des Betriebs	Reibung	damping system during operation

8. Betriebsführung / Regelung		Supervisory system/control
Art der Leistungsregelung	pitch	kind of power control
Antrieb der Leistungsregelung	elektrisch	driver of power control
Automatischer Wiederanlauf		automatic restart
- nach Netzausfall	ja	- following grid-failure
- nach Abschaltwind	ja	- following cut-out wind speed
Hersteller der Betriebsführung / Regelung	ENERCON	manufacturer of control system
- Typenbezeichnung	E-82	- type
- Verwendete Steuerungskurve	ENERCON	- used control curve
9. Sonstige elektrische Komponenten		Other electric installations
Anzahl der Kompensationsstufen	keine/none	number of compensation stages
Blindleistung Stufe 1		reactive power stage 1
Blindleistung Stufe 2		reactive power stage 2
Blindleistung Stufe 3		reactive power stage 3
Blindleistung Stufe 4		reactive power stage 4
Art der Netzkopplung	über Wechselrichter	kind of interconnection
- Hersteller	ENERCON	- manufacturer
- Typenbezeichnung	E-82	- type
Netzschutzhersteller	ENERCON	mains protective manufacturer
- Typenbezeichnung	E-82	- type
- Einstellbereiche:		- adjustment range:
Spannungssteigerungsschutz	106,5 %, 76 ms	overvoltage protection
Spannungsrückgangsschutz	80 %, 75 ms	undervoltage protection
Frequenzsteigerungsschutz	50,5 HZ, 98 ms	overfrequency protection
Frequenzrückgangsschutz	49,5 HZ, 97 ms	underfrequency protection
Typenbezeichnung der Abschaltseinheit	E-82	type of contact breaking device
Oberschwingungsfilter (Ja/Nein)	ja	harmonic filter (yes/no)
Oberschwingungsfilter müssen auf den Netzverknüpfungspunkt ausgelegt sein.)		(harmonic filter have to be designed for the point of common coupling)
10. Bremssystem		Brake system
Bremssystem (primär/sekundär)		brakes (primary/secondary/service)
- Aktivierung	elektrisch/electrical	- Activation
- Anordnung	Einzelblatt/single blade	- Location
- Bremsenart	aerodynamisch/aerodynamic	- Kind
- Betätigung	automatisch/automatic	- Operation
11. Typenprüfung		Type test
Prüfbehörde	TÜV Nord	testing authority
Aktenzeichen	T-7005/06-1	reference
12. Informativer Teil		Informative
Standort der vermessenen WEA	27232 Sulingen	location of measured WTG
Koordinaten des Standortes	GKRW: 34.89.628 GKHW: 58.40.371	coordinate of the location
Seriennummer der WEA der Blätter	82258 A: AE 140/428 B: AE 140/429 C: AE 140/430	serial number of WTG blades
des Getriebes des Generators	- Rotor: C/F/323-3/0169 Stator: C/F/ 396-3/0138	gearbox generator

Englcon GmbH  
Dreieck 6  
26605 Aurich

Stempel und Unterschrift des Herstellers  
stamp and signature of the manufacturer

Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren elektrische Eigenschaften in dem Prüfbericht Nr. WT 5709/07 abgebildet sind, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist.

The manufacturer of the wind turbine generator system confirms that the WTG whose grid compatibility is measured and depicted in the test report WT 5709/07 is identical with the above entries with regard to its technical data.

Anlage E:

Auszug aus dem Prüfbericht

### Auszug aus dem Prüfbericht

Stammblatt "Geräusche", entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen,  
Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte"  
Rev. 17 vom 01. Juli 2006 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V. Stresemannplatz 4, D-24103 Kiel)

<b>Allgemeine Angaben</b> Anlagenhersteller: Enercon GmbH Seriennummer: 82258 WEA-Standort (ca.): 27232 Sulingen Standortkoordinaten: RW: 34.89.628 HW: 58.40.371		<b>Technische Daten (Herstellerangaben)</b> Nennleistung (Generator): 2.000 kW Rotordurchmesser: 82 m Nabenhöhe über Grund: 108 m Turmbauart: Rohrturm, Fertigteilbeton Leistungsregelung: Pitch	
<b>Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)</b> Rotorblatthersteller: Enercon Typenbezeichnung Blatt: 82-1 Blatteinstellwinkel: variabel Rotorblattanzahl: Drei Rotordrehzahlbereich: 6 - 19 U/min (Betrieb I)		<b>Ergänzende Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)</b> Getriebehersteller: entfällt Typenbezeichnung Getriebe: entfällt Generatorhersteller: Enercon Typenbezeichnung Generator: E-82 Generatornenn Drehzahl: 6 - 19 U/min (Betrieb I)	

	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen
	Normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung		
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 $ms^{-1}$	1.055 kW	100,9 dB(A)	
	7 $ms^{-1}$	1.687 kW	103,6 dB(A)	(2)
	8 $ms^{-1}$	1.961 kW	104,1 dB(A)	
	9 $ms^{-1}$	2.000 kW	103,7 dB(A)	(2)
	10 $ms^{-1}$	--	--	(1)
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TN}$	7,7 $ms^{-1}$	1.900 kW	104,1 dB(A)	
	6 $ms^{-1}$	1.055 kW	0 dB	(2)
	7 $ms^{-1}$	1.687 kW	0 dB	
	8 $ms^{-1}$	1.961 kW	0 dB	(2)
	9 $ms^{-1}$	2.000 kW	0 dB	(1)
Impulszuschlag für den Nahbereich $K_{IN}$	10 $ms^{-1}$	--	--	
	7,7 $ms^{-1}$	1.900 kW	0 dB	
	6 $ms^{-1}$	1.055 kW	0 dB	(2)
	7 $ms^{-1}$	1.687 kW	0 dB	
	8 $ms^{-1}$	1.961 kW	0 dB	(2)
	9 $ms^{-1}$	2.000 kW	0 dB	(2)
	10 $ms^{-1}$	--	--	(1)
	7,7 $ms^{-1}$	1.900 kW	0 dB	

<b>Terz-Schalleistungspegel</b> für $v_s = 7,7 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P,max}$	77,4	80,0	82,8	84,9	89,4	87,2	88,0	91,1	93,1	95,1	96,2	95,2
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P,max}$	94,0	94,2	91,4	90,3	87,8	84,7	81,0	77,8	-- (3)	-- (3)	-- (3)	-- (3)

<b>Oktav-Schalleistungspegel</b> für $v_s = 7,7 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel								
Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
$L_{WA,P,max}$	85,4	92,3	96,0	100,3	98,2	92,9	82,7 (4)	-- (3)

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 29.01.2008.  
**Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).**

- Bemerkungen:
- (1) Die normierte Windgeschwindigkeit von  $v_s = 7,7 ms^{-1}$  entspricht 95 % der Nennleistung.
  - (2) Witterungsbedingt ist das Bin nicht vollständig.
  - (3) Aufgrund von elektrischen Einflüssen durch die WEA werden die Terzen bzw. Oktaven oberhalb 4kHz nicht aufgeführt.
  - (4) berechnet aus den Terzen  $f = 3.150 Hz$  und  $f = 4.000 Hz$
- \* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 6 dB, Pegelkorrektur um 1,3 dB  
 \*\* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 3 dB, keine Pegelkorrektur

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers KG  
 - Rheine -

Datum: 28.04.2008

**SCHALLTECHNISCHER BERICHT NR. 207041-01.01**

über die Ermittlung der Schallemissionen einer Windenergieanlage  
des Typs Enercon E-82 (Betrieb I) im Windpark Bimolten

**Datum:**

19.04.2007

**Auftraggeber:**



**Bearbeiter:**



## 1.) Zusammenfassung

Am 21.03.2007 wurden in 48529 Bimolten die Schallemissionen einer Windenergieanlage (WEA) des Typs Enercon E-82 gemessen. Dies ist die WEA Nr. 16 im Windpark Bimolten. Es wurde der Windgeschwindigkeitsbereich von  $v_s = 5$  m/s bis 9 m/s im Betrieb I mit der Nennleistung von  $P_{\text{Nenn}} = 2.000$  kW untersucht. Die Auswertung unterhalb einer nach [7] geforderten standardisierten Windgeschwindigkeit von  $v_s = 6$  m/s erfolgte auf Wunsch des Auftraggebers.

Es ergibt sich eine maximale Schalleistung von  $L_{\text{WA}} = 103,8$  dB(A) für die normierte Windgeschwindigkeit von  $v_s = 7,7$  m/s.

Die Windenergieanlage war in den untersuchten Windgeschwindigkeitsbereichen subjektiv und rechnerisch ohne Tonhaltigkeit. Eine Impulshaltigkeit wurde nicht festgestellt. Weitere immissionsrelevante, akustische Auffälligkeiten (Azimutverstellung, Lüftergeräusche usw.) lagen zum Zeitpunkt der Messungen nicht vor.

Vorliegender Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt. \*

Dieser Bericht enthält 24 Seiten und sechs Anlagen.

Rheine, 19.04.2007 FH / BB

 **KÖTTER**  
CONSULTING ENGINEERS

Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine

KÖTTER Consulting Engineers KG

Tel. +49 57 71 2710-0 Fax +49 57 71 2710-42

---

\* Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. Authentisch ist dieses Dokument nur mit Originalunterschrift. Bezüglich der Urheberrechte verweisen wir auf die jeweils gültigen KCE-Beratungsbedingungen.

## INHALTSVERZEICHNIS

1.)	Zusammenfassung	2
2.)	Situation und Aufgabenstellung	4
3.)	Bearbeitungsgrundlagen	5
4.)	Messprotokoll	7
5.)	Ergebnis der Luftschallmessung	11
5.1.	Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt	11
5.2.	Tonhaltigkeit im Nahbereich	17
5.3.	Impulshaltigkeit	19
5.4.	Schalleistungspegel	20
6.)	Messunsicherheit	22
7.)	Anlage	24

## 2.) Situation und Aufgabenstellung

Im Windpark Bimolten am Standort 48529 Bimolten befinden sich zwei Windenergieanlagen (WEA) des Typs Enercon E-82 mit einem Rotordurchmesser von 82 m und einer Nabenhöhe von 108,4 m. Die beiden E-82 wurden in eine bestehende Windparkkonfiguration mit 14 WEA des Typs E-66/18.70 integriert.

Im Auftrag der Enercon GmbH soll der Schalleistungspegel für die Windenergieanlage Nr. 16, Typ Enercon E-82, des Windparks im Betrieb I mit der Nennleistung  $P_{\text{Nenn}} = 2.000 \text{ kW}$  FGW-konform ermittelt werden. Dies ist die Anlage mit der Serien-Nr. 82004.

Weiterhin soll die WEA auf Ton- und Impulshaltigkeit im Nahbereich überprüft werden.

Die Ergebnisse sind in Form eines schalltechnischen Berichtes zu dokumentieren.

### 3.) Bearbeitungsgrundlagen

Für die Ermittlung der Geräuschemissionen werden folgende Normen, Vorschriften und Unterlagen herangezogen:

- [1] DIN EN 61400-11, Windenergieanlagen -  
Teil 11: Schallmessverfahren; Ausg. November 2003
- [2] Amendment 1 to IEC 61400-11 Ed. 2: Wind turbine generator systems –  
Part 11: Acoustic noise measurement techniques, 2005
- [3] DIN EN 61400-12, Windenergieanlagen,  
Teil 12: Messverfahren zur Bestimmung des Leistungsverhaltens bei Windenergiean-  
lagen; Ausg. Juli 1999
- [4] DIN 45645-1, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen,  
Teil 1: Geräuschemissionen in der Nachbarschaft; Ausg. Juli 1996
- [5] DIN 45681, Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung  
eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen; Ausg. März 2005
- [6] DIN 45681, Berichtigung 2, August 2006:  
Akustik – Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines  
Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen, Berichtigungen zu  
DIN 45681: 2005-03, mit CD
- [7] Fördergesellschaft Windenergie e. V.:  
Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 17, Stand 01.07.2006,  
Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte

- [8] Leistungskennlinie der WEA des Typs Enercon E-82, berechnet von der Enercon GmbH vom Januar 2005 und Herstellerbescheinigung vom 11.04.2007 zu spezifischen Daten der vermessenen Anlage des Typs Enercon E-82, zur Verfügung gestellt von der Enercon GmbH
  
- [9] Akustische Ringversuche des LUA Essen, Herr Dipl.-Ing. D. Piorr, zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen, Nov. 2000  
(KÖTTER Consulting Engineers (KCE) war Teilnehmer der Ringversuche)
  
- [10] Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, Empfehlungen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), März 2005
  
- [11] Lageplan von Standort Bimolten zur Verfügung gestellt durch die Windenergie-Agentur GmbH

#### 4.) Messprotokoll

Aufgabenstellung: Messung der anlagenbezogenen Geräuschemissionen einer Windenergieanlage des Typs Enercon E-82 in 48529 Bimolten. Messung im Betrieb I mit der Nennleistung  $P_{\text{Nenn}} = 2.000 \text{ kW}$ .

Messpunkte: Referenzmesspunkt in 120 m Abstand zur Rotorebene auf einer schallharten Platte in Mitwindrichtung, freie Ausbreitungsbedingungen.

Umgebung: Der Messpunkt befand sich auf einer brachliegenden Ackerfläche.

Datum/Uhrzeit: 21.03.2007, ca. 10:30 bis 16:30 Uhr

Messpersonal: Dipl.-Ing. Frank Henkemeier (KCE)  
Helmut Kötter (KCE)

Anlagenbeschreibung:

Typ:	Enercon E-82
Serien-Nr.:	82004
Hersteller:	Enercon GmbH
Nabenhöhe über Grund:	108,4 m
Rotordurchmesser:	82 m
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie:	4,32 m
Nennleistung:	2.000 kW
Leistungsregelung:	Pitch

Weitere spezifische Daten der WEA sind der Herstellerbescheinigung zu entnehmen (siehe Anlage E).

<u>Messgeräte:</u>	Schallpegelmesser am Referenzpunkt:	Präzisionsschallpegelmesser Typ SA 110 Serien-Nr.: 13930 Kondensatormikrofon mit Kugelcharakteristik, Typ 1220, Serien-Nr.: 26886 Alle Fabrikate Norsonic, geeicht bis Ende 2007 Kalibrator, Typ 4231, Fabrikat: Brüel & Kjaer, Serien-Nr.: 1730642
	Frequenzanalysator:	Messsystem Cronos-PL3, Fabrikat IMC, Serien-Nr.: 122145 (12-Kanal)
	DAT-Recorder für Referenzpunkt:	Typ TCD-D100, Serien-Nr.: 541989, Fabrikat Sony
	Anemometer:	Typ CLIMA 4.3303.22.040 Serien-Nr.: 199030
	Klimamessgerät:	Typ: HM 30, Serien-Nr.: 1014143, Fabrikat Thommen
	Entfernungsmesser:	Typ: LRF 800, Fabrikat Leica
	Erfassung der elek- trischen Leistung:	Schnittstelle der Enercon GmbH mit Gleichspannungssignal
	Erfassung der Rotor- drehzahl:	Schnittstelle der Enercon GmbH mit Gleich- spannungssignal, sowie Plausibilitätsprüfung durch Zählverfahren

<u>Messgeräte:</u>	Erfassung der Windgeschwindigkeit durch Gondelanemometer:	Schnittstelle der Enercon GmbH mit Gleichspannungssignal
	Daten-Logger:	Messsystem Cronos-PL3, Fabrikat IMC, Serien-Nr.: 122145 (12-Kanal)
	Windschirm:	primärer Windschirm, Typ UA 0237 und Sekundärwindschirm (bespannt mit Nylongewebe, Einfluss auf den Frequenzgang im Laborversuch überprüft)
	Platte:	Schallharte Platte von 1 m Durchmesser, bündig zum Erdreich vermittelt
	10 m-Mast: (Anemometer)	luvseitig, 107 m Abstand von der vermessenen WEA
<u>Witterungsbedingungen:</u>	Temperatur (Mittelwert):	9,0 °C (Bodenwert für Luftdichtekorrektur)
	Luftdruck (Mittelwert):	1.005 hPa (Bodenwert für Luftdichtekorrektur)
	Windgeschwindigkeit $v_{10}$ :	3 - 16 m/s aus nördlicher Richtung (Sekundenwerte, Anemometer 10 m Höhe)
	Bewölkung/Niederschlag:	4/8 Bewölkung, Zum Ende der Messung starker Regen, ansonsten trocken und zeitweise sonnig

Fremdgeräusche: Messwerte mit zeitlich begrenzten Fremdgeräuschen (Fahrzeuge, Flugzeuge, etc.) wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Messwerte mit ständig herrschenden Fremdgeräuschen (z. B. windinduzierte Geräusche durch Bewuchs) wurden berücksichtigt.

Standort: Die Windenergieanlage befindet sich in 48529 Bimolten im Windpark Bimolten. In der Umgebung stehen weitere 14 WEA des Typs E-66/18.70 sowie eine E-82. Während des gesamten Messzeitraumes waren folgende acht WEA nicht in Betrieb:

WEA 2, Serien-Nr.: 70734

WEA 3, Serien-Nr.: 70735

WEA 4, Serien-Nr.: 70736

WEA 5, Serien-Nr.: 70737

WEA 6, Serien-Nr.: 70738

WEA 7, Serien-Nr.: 70739

WEA 8, Serien-Nr.: 70740

WEA 9, Serien-Nr.: 70741

Alle anderen WEA im Windpark waren in Betrieb.

Koordinaten des Standortes:

GK RW: 25.71.442

GK HW: 58.18.445

## 5.) Ergebnis der Luftschallmessung

### 5.1. Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt

Die nachstehende Vorgehensweise entspricht den Regelungen der DIN EN 61400-11 [1] zusammen mit [2] und der FGW-Richtlinie [7].

Zur Ermittlung der Schalldruckpegel wurde das Mikrofon nach [1] auf einer schallharten Platte befestigt. Die Entfernung  $S$  von der Rotorebene setzt sich nach [1] standardmäßig zusammen aus der Nabenhöhe, dem halben Rotordurchmesser und dem Rotorabstand zur Turmmittellinie. Hier wurde der Abstand  $R_0$  des Mikrofons zur Turmmittellinie auf 80 % verkürzt, um den Störabstand zu erhöhen. Es ergab sich eine horizontale Entfernung von  $S = 120$  m.

Während der Messung wurden die Mittelungspegel  $L_{Aeq}$  und die Taktmaximal-Mittelungspegel  $L_{AFTeq}$  (Taktzeit: 5 s) aufgezeichnet. Aus den gemessenen Pegel-, Leistungs- und Windgeschwindigkeitswerten werden Minutenmittelwerte gebildet und ausgewertet.

Nach [7] sollen die Schalldruckpegel von  $v_s = 6$  m/s bis zu einer normierten Windgeschwindigkeit von  $v_s = 10$  m/s in 10 m Höhe berücksichtigt werden. Auf Wunsch des Auftraggebers sollen Windgeschwindigkeitsbereiche unterhalb  $v_s = 6$  m/s mit ausgewertet werden. Die normierte Windgeschwindigkeit  $v_s$  in 10 m Höhe wird nach [7] bei Anlagenbetrieb bis 95 % der Nennleistung (hier  $P_{el,95\%} = 1.900$  kW) aus der elektrischen Wirkleistung bestimmt. 95 % der Nennleistung werden mit der zugehörigen Leistungskurve bei der Referenzwindgeschwindigkeit von  $v_s = 7,7$  m/s erzeugt.

Mit Hilfe der bereitgestellten Leistungskurve werden aus den aufgezeichneten Daten der elektrischen Wirkleistung die Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe ermittelt. Diese Werte werden bezüglich der Luftdichte nach [1] korrigiert und unter Annahme eines logarithmischen Windprofils mit einer Rauigkeitslänge von  $z_0 = 0,05$  m wie folgt auf eine Referenzhöhe von 10 m umgerechnet:

$$v_s = v_H \cdot \frac{\ln\left(\frac{10}{z_{0ref}}\right)}{\ln\left(\frac{H}{z_{0ref}}\right)}$$

$v_s$	$\hat{=}$	normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe
$v_H$	$\hat{=}$	Windgeschwindigkeit in Höhe des Rotormittelpunktes
$z_{0ref}$	$\hat{=}$	Referenzrauhigkeitslänge von 0,05 m
$H$	$\hat{=}$	Höhe des Rotormittelpunktes (hier: $H = 108,4$ m)

Die normierte Windgeschwindigkeit oberhalb  $v_{s,95\%}$  wird aus einer direkt gemessenen Windgeschwindigkeit ermittelt. Dies ist entweder die mit dem Korrekturfaktor  $\kappa$  zu korrigierende, in 10 m Höhe gemessene Windgeschwindigkeit (s. u.) oder die mit dem Gondelanemometer der WEA gemessene, zu korrigierende Windgeschwindigkeit. Für die weitere Auswertung wird hier die erste Methode angewandt und im Folgenden erläutert.

Zur Ermittlung der normierten Windgeschwindigkeit ohne Anlagenbetrieb (Fremdgeräuschmessung) werden die mit dem Anemometer in 10 m Höhe gemessenen Werte herangezogen und über den Korrekturfaktor  $\kappa$  korrigiert.

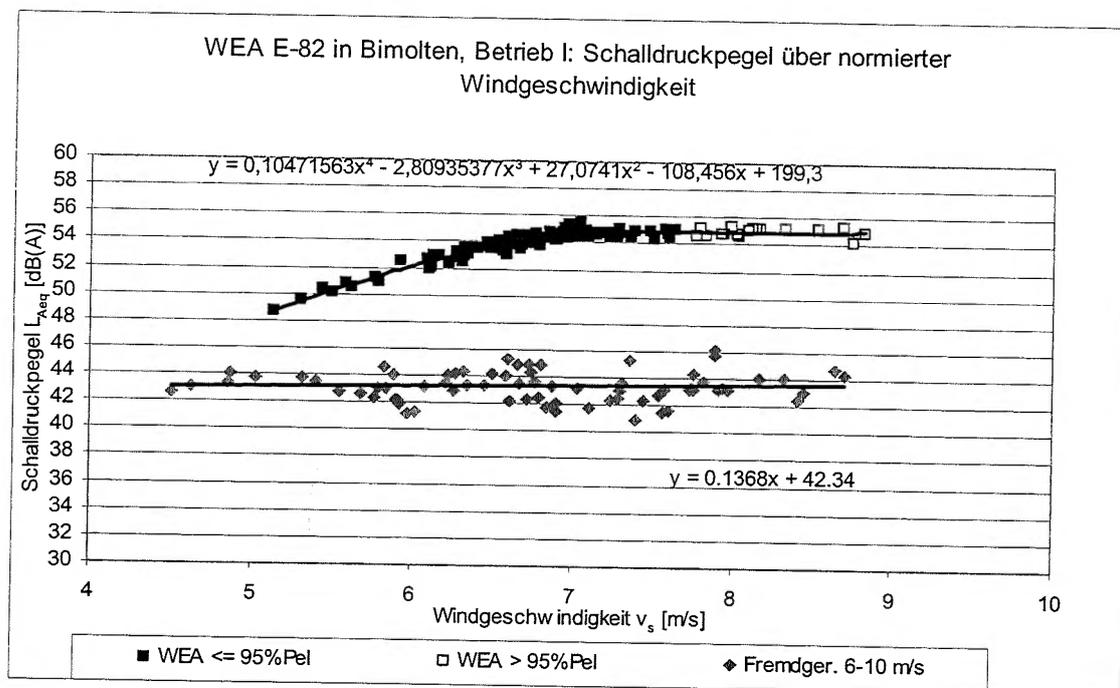
Bei der untersuchten WEA ergibt sich der Wert:

$$\kappa = v_s / v_{10} = 0,94$$

$v_s$	$\hat{=}$	mittlere normierte Windgeschwindigkeit
$v_{10}$	$\hat{=}$	mittlere, mit dem Anemometer in 10 m Höhe gemessene Windgeschwindigkeit

Beide Mittelwerte ( $v_s$ ,  $v_{10}$ ) gehen aus den gleichen Messzeiträumen hervor. Der Unterschied zwischen den mittleren  $v_s$  und  $v_{10}$  (aus Minutenmittelwerten) von 6 % ist durch Abweichung der angenommenen von der tatsächlichen Bodenrauigkeit bedingt.

Die folgende Abbildung 1 zeigt den Schalldruckpegel  $L_{Aeq}$  am Referenzmesspunkt in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit  $v_s$ . Die entsprechenden Regressionskurven mit ihren Gleichungen sind ebenfalls enthalten.

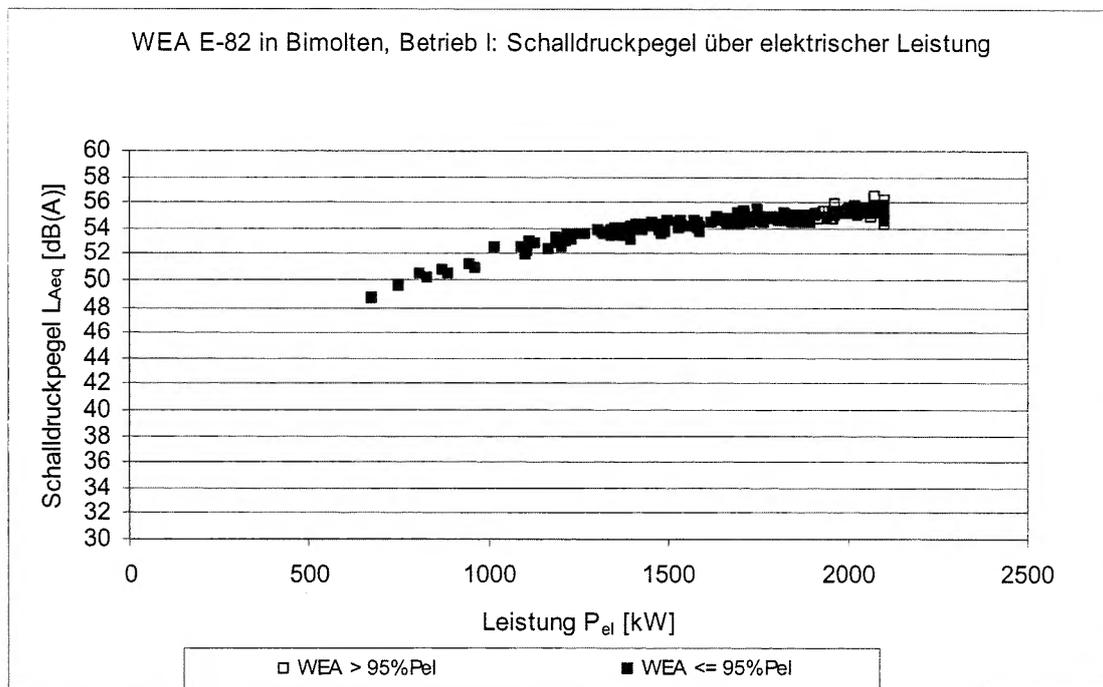


**Abbildung 1:** Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über normierter Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für WEA-Betrieb und Fremdgeräusch (Minutenmittelwerte)

Entsprechend dem hier vermessenen Anlagentyp einer Pitchanlage wird für die Pegel mit Anlagenbetrieb eine polynomische Regression 4. Ordnung gewählt. Die Regression erfolgt für normierte Windgeschwindigkeiten von  $v_s = 5$  m/s bis  $v_s = 9$  m/s.

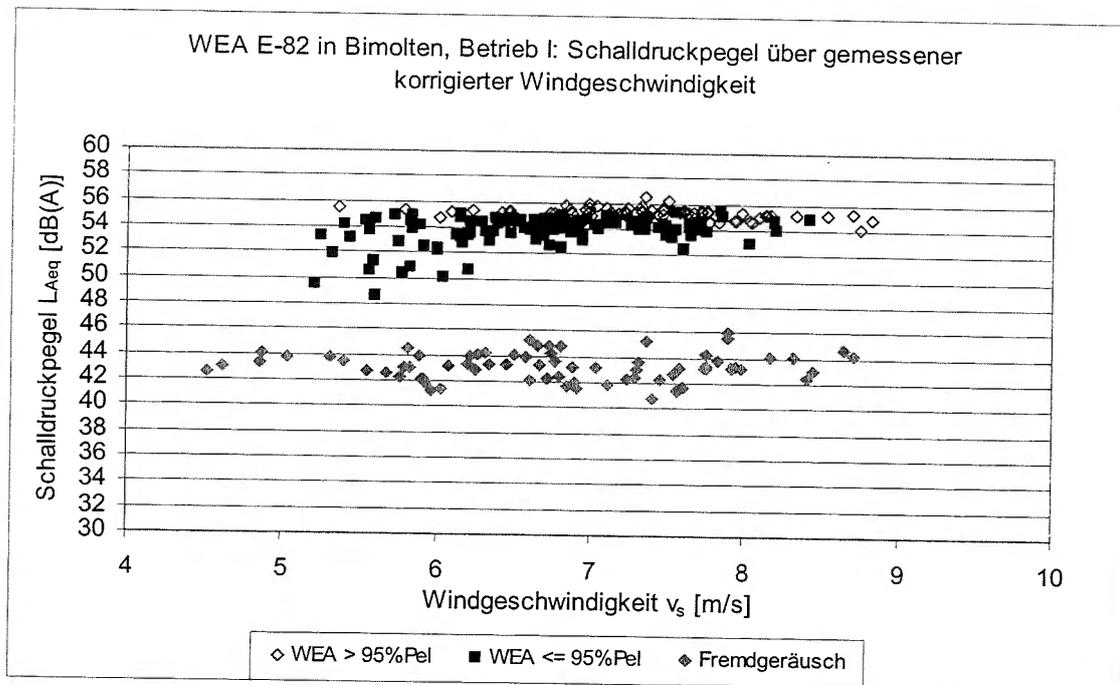
Die Pegel für Anlagenleistungen über 95 % der Nennleistung bis  $v_s = 10$  m/s sind in Abbildung 1 extra gekennzeichnet und in die Regression mit einbezogen.

In Abbildung 2 ist der Schalldruckpegel  $L_{Aeq}$  am Referenzmesspunkt in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung der WEA dargestellt.



**Abbildung 2:** Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über elektrischer Leistung

Ergänzend sind in Abbildung 3 die gemessenen Schalldruckpegel über der in 10 m Höhe im Luv der WEA gemessenen Windgeschwindigkeit aufgetragen. Die Windgeschwindigkeit ist korrigiert.



**Abbildung 3:** Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt über gemessener korrigierter Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe für WEA-Betrieb und Fremdgeräusch

Die Streuung der Pegelwerte bei Anlagenbetrieb ist höher als in Abbildung 1, da der Schalldruckpegel mit der direkt gemessenen Windgeschwindigkeit weniger korreliert als mit der über die Anlagenleistung gemessenen normierten Windgeschwindigkeit.

In Tabelle 1 sind die aus der Regression 4. Ordnung bei WEA-Betrieb ( $L_{s+n}$ ) und aus der linearen Regression bei den Fremdgeräuschen ( $L_n$ ) ermittelten Schalldruckpegel aufgelistet. Zudem sind die Abstände  $\Delta L_{s+n,n}$  zwischen WEA- und Fremdgeräusch sowie die fremdgeräuschkorrigierten Pegel  $L_{Aeq,c}$  aufgeführt.

$v_s$ [m/s]	5	6	7	8	9 <sup>2)</sup>	10 <sup>4)</sup>	7,7 <sup>1)</sup>
$L_{s+n}$ [dB(A)]	48,2	52,1	54,6	54,9	55,0	--	55,0
$L_n$ [dB(A)]	43,0	43,2	43,3	43,4	43,5	--	43,4
$\Delta L_{s+n,n}$ [dB]	5,1 <sup>3)</sup>	9,0	11,3	11,5	11,5	--	11,6
$L_{Aeq,c}$ [dB(A)]	46,9	51,6	54,2	54,6	54,7	--	54,7

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.900$  kW

2) Maximaler Wert  $v(s) = 8,8$  m/s, oberhalb witterungsbedingt keine Werte für das Anlagengeräusch vorhanden

3) Störgeräuschabstand zwischen Anlagen- und Hintergrundgeräusch < 6 dB, deshalb Pegelkorrektur um 1,3 dB

4) Witterungsbedingt keine Werte vorhanden

**Tabelle 1:** Emissionsdaten der WEA vom Typ Enercon E-82 aus der Regression 4. Ordnung (WEA-Betrieb) und der Regression 1. Ordnung (Fremdgeräusch)

In der Anlage B befinden sich die Zeitverläufe des Schalldruckpegels, der elektrischen Leistung, der Rotordrehzahl, der Gondelanemometerwindgeschwindigkeit und der Anemometerwindgeschwindigkeit in 10 m Höhe. Weiterhin ist in Anlage D ein Scatter-Plot der Minutenmittelwerte der Rotordrehzahl über der elektrischen Leistung dargestellt. Aus einer polynomischen Regression 5. Ordnung berechnete Mittelwerte der Rotordrehzahl zu jedem Windgeschwindigkeits-Bin befinden sich in Tabelle 4.

Die Turbulenzintensität wird aus drei Intervallen der Messung der Windgeschwindigkeit von je 10 Minuten ermittelt. Sie beträgt durchschnittlich 12 %.

## 5.2. Tonhaltigkeit im Nahbereich

Eine Tonhaltigkeitsanalyse erfolgt für den Nahbereich der WEA anhand der Geräuschaufnahme am Referenzmesspunkt. Mit dem Messdatenerfassungssystem Cronos-PL3 wurden FFT-Frequenzspektren des WEA- und des Fremdgeräusches während der Messung erzeugt.

Angewendet wird das Auswerteverfahren nach [1]. Es wird der gesamte Frequenzbereich in 10s-FFT-Frequenzspektren untersucht.

Die einzelnen Spektren des Frequenzbereichs 0 - 1.600 Hz sowie detaillierte Berechnungsergebnisse können der Anlage C entnommen werden.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Tonhaltigkeitsanalyse zusammengefasst. Angegeben werden dort die Frequenzen, bei denen sich im Falle von Tonhaltigkeit Werte  $\Delta L_{a,k} \geq -3,0$  dB ergeben. Die in der letzten Zeile stehenden  $K_{TN,max}$ -Werte sind für den Tonzuschlag der WEA maßgeblich.

$v_s$ [m/s]	5	6	7	8	9 <sup>2)</sup>	10 <sup>3)</sup>	7,7 <sup>1)</sup>
$f_T$ [Hz]	--	--	--	--	--	--	--
$\Delta L_{a,k}$ [dB]	--	--	--	--	--	--	--
$K_{TN}$ [dB]	0	0	0	0	0	--	0

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.900$  kW

2) Maximaler Wert  $v(s) = 8,8$  m/s, oberhalb witterungsbedingt keine Werte für das Anlagengeräusch vorhanden

3) Witterungsbedingt keine Werte vorhanden

Tabelle 2: Tonhaltigkeit im Nahbereich

Die rechnerische Auswertung nach [1] ergibt keinen Zuschlag für Tonhaltigkeit im Nahbereich. Unter 100 Hz sind keine signifikanten Einzeltöne vorhanden. Die Auswertung ist in Anlage C zu finden.

Nach der subjektiven Wahrnehmung während des Messzeitraums ist die WEA im Nahbereich nicht tonhaltig.

Eine im Nahbereich ermittelte Tonhaltigkeit ist nicht unmittelbar auf den Fernbereich übertragbar.

### 5.3. Impulshaltigkeit

Nach dem subjektiven Höreindruck während des Messzeitraums liegt keine Impulshaltigkeit vor. Die Blattdurchgangsfrequenz war nicht auffällig.

Eine rechnerische Auswertung ist nach [7] nicht erforderlich, wird aber zur Information durchgeführt.

Zur rechnerischen Bestimmung der Impulshaltigkeit  $K_{IN}$  des Anlagengeräusches im Nahbereich wird die Differenz zwischen Taktmaximalpegel  $L_{AFTeq}$  und Mittelungspegel  $L_{AFeq}$  (Taktzeit: 5 s) gebildet. Für jede Windklasse bis  $v_s = 9$  m/s werden Pegeldifferenzen nach [4] ermittelt. Sie werden auf eine Kommastelle gerundet angegeben.

Ausführliche Ergebnisse zur rechnerischen Impulshaltigkeit sind in Anlage D dargestellt. Eine Zusammenfassung zeigt Tabelle 3.

$v_s$ [m/s]	5	6	7	8	9 <sup>2)</sup>	10 <sup>3)</sup>	7,7 <sup>1)</sup>
$K_{IN}$ [dB]	0	0	0	0	0	--	0

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.900$  kW

2) Maximaler Wert  $v(s) = 8,8$  m/s, oberhalb witterungsbedingt keine Werte für das Anlagengeräusch vorhanden

3) Witterungsbedingt keine Werte vorhanden

Tabelle 3: Impulshaltigkeit im Nahbereich

Auffällige Geräusche während des Betriebes der Azimutverstellung wurden nicht festgestellt.

Eine im Nahbereich ermittelte Impulshaltigkeit ist nicht unmittelbar auf den Fernbereich übertragbar.

#### 5.4. Schalleistungspegel

Aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel  $L_{Aeq,c}$  am Referenzmesspunkt wird der immissionsrelevante Schalleistungspegel  $L_{WA}$  nach [1] wie folgt bestimmt:

$$L_{WA} = L_{Aeq,c} - 6 + 10 \lg \left( 4\pi \cdot \frac{R_1^2}{S_0} \right)$$

$R_1 \triangleq$  Abstand zwischen Rotormittelpunkt und Mikrofon, ermittelt aus:

$$R_1 = \sqrt{S^2 + H^2} \quad \text{mit} \quad S \triangleq \text{Abstand des Mikrofons zur Rotorebene}$$

$H \triangleq$  Höhe des Rotormittelpunktes

(hier:  $R_1 = 161,9 \text{ m}$ )

$S_0 \triangleq$  Bezugsfläche ( $S_0 = 1 \text{ m}^2$ )

Die Konstante von 6 dB in obiger Gleichung trägt der Schalldruckpegelerhöhung auf einer schallharten Platte Rechnung.

In Tabelle 4 sind zusammenfassend nicht akustische Parameter ( $P_{el}$  = elektrische Leistung,  $n_{\text{Rotor}}$  = Rotordrehzahl) sowie Schalldruckpegel  $L_{s+n}$ ,  $L_n$ ,  $L_{Aeq,c}$ , Tonzuschläge  $K_{TN}$ , Impulszuschläge  $K_{IN}$  und Schalleistungspegel  $L_{WA}$  für die vorliegenden normierten Windgeschwindigkeiten  $v_s$  angegeben.

$v_s$ [m/s] (Anzahl je Bin: WEA an / aus)	5 (4/7)	6 (26/20)	7 (75/26)	8 (20/18)	9 <sup>2)</sup> (4/2)	10 <sup>4)</sup>	7,7 <sup>1)</sup>
$P_{el}$ [kW], Mittel Grenzen von - bis	607 (410 - 825)	1.040 (825 - 1.309)	1.710 (1.309 - 1.869)	1.953 (1.868 - 2.012)	2.058 (> 2.012)	--	1.900
$n_{Rotor}$ [ $min^{-1}$ ]	14,2	15,6	17,2	17,8	18,4	--	17,6
$L_{s+n}$ [dB(A)]	48,2	52,1	54,6	54,9	55,0	--	55,0
$L_n$ [dB(A)]	43,0	43,2	43,3	43,4	43,5	--	43,4
$\Delta L_{s+n,n}$ [dB]	5,1 <sup>3)</sup>	9,0	11,3	11,5	11,5	--	11,6
$L_{Aeq,c}$ [dB(A)]	46,9	51,6	54,2	54,6	54,7	--	54,7
$K_{TN}$ [dB]	0	0	0	0	0	--	0
$K_{IN}$ [dB]	0	0	0	0	0	--	0
$L_{WA}$ [dB(A)]	96,0	100,7	103,4	103,7	103,8	--	103,8

1) Entspricht 95 % der Nennleistung, hier  $P_{95\%} = 1.900$  kW

2) Maximaler Wert  $v(s) = 8,8$  m/s, oberhalb witterungsbedingt keine Werte für das Anlagengeräusch vorhanden

3) Störgeräuschabstand zwischen Anlagen- und Hintergrundgeräusch < 6 dB, deshalb Pegelkorrektur um 1,3 dB

4) witterungsbedingt keine Werte vorhanden

**Tabelle 4:** Nicht akustische und akustische Parameter der WEA Enercon E-82 am Standort 48529 Bimolten sowie in der ersten Zeile Anzahl der Minutenmittelwerte bei WEA-Betrieb und Fremdgeräusch je Bin

Die maximale Schalleistung wird für die normierte Windgeschwindigkeit  $v_s = 7,7$  m/s mit  $L_{WA} = 103,8$  dB(A) bestimmt. Immissionsrelevante, akustische Auffälligkeiten, Ton- und Impulshaltigkeit (Azimutverstellung, Lüftergeräusche usw.) lagen zum Zeitpunkt der Messungen nicht vor.

Die Leistungskurve wurde vom Anlagenhersteller speziell für die vermessene WEA und Betriebsweise zur Verfügung gestellt. (Eine vermessene Leistungskurve lag für diese Betriebsweise nicht vor. Es ist mit einer geringfügig erhöhten Messunsicherheit zu rechnen, s. Kap. 6.), Anteil  $U_{B7.}$ )

## 6.) Messunsicherheit

Die Messgenauigkeit wird neben der Genauigkeit der verwendeten Messgeräte von den Witterungs- und Ausbreitungsbedingungen sowie der angegebenen Leistungskurve bestimmt.

Die Messunsicherheit wird nach [1] ermittelt. Als Gesamt-Messunsicherheit ergibt sich auf diese Weise:

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + \dots + U_{B9}^2}$$

aus den einzelnen Messunsicherheiten. Sie entspricht der Messunsicherheit für die Ermittlung des Schalleistungspegels.

Aus den gemessenen Minutenmittelwerten und der Regressionsanalyse für den Schalleistungspegel (2. Ordnung) errechnet sich ein statistischer Fehler für den Schalleistungspegel im Windgeschwindigkeits-Bin der maximalen Schalleistung ( $v_s = 8$  m/s) von

$$U_A = 0,4 \text{ dB.}$$

Die weiteren Messunsicherheiten werden mit den in der folgenden Tabelle angegebenen Werten abgeschätzt:

Fehlerquellen	Bezeichnung	Messunsicherheit [dB]
Akustischer Kalibrator	$U_{B1}$	0,2
Schallpegelmesser	$U_{B2}$	0,2
Schallharte Platte	$U_{B3}$	0,3
Messabstand	$U_{B4}$	0,1
Luftimpedanz	$U_{B5}$	0,1
Turbulenz	$U_{B6}$	0,4
Windgeschwindigkeit	$U_{B7}$	0,3
Richtung	$U_{B8}$	0,3
Fremdgeräusche	$U_{B9}$	0,2

Tabelle 5: Geschätzte Messunsicherheiten  $U_B$

Die Gesamt-Messunsicherheit beträgt damit  $U_C = +/- 0,8$  dB.

7.) **Anlage**

Anlage A: Fotos und Lageplan

Anlage B: Diagramme der Zeitverläufe

Anlage C: Frequenzspektren und Tonhaltigkeit

Anlage D: Weitere Messergebnisse

Anlage E: Leistungskennlinie und Herstellerbescheinigung zur Enercon E-82 am Standort Bimolten

Anlage F: Auszug aus dem Prüfbericht

Anlage A: Fotos und Lageplan

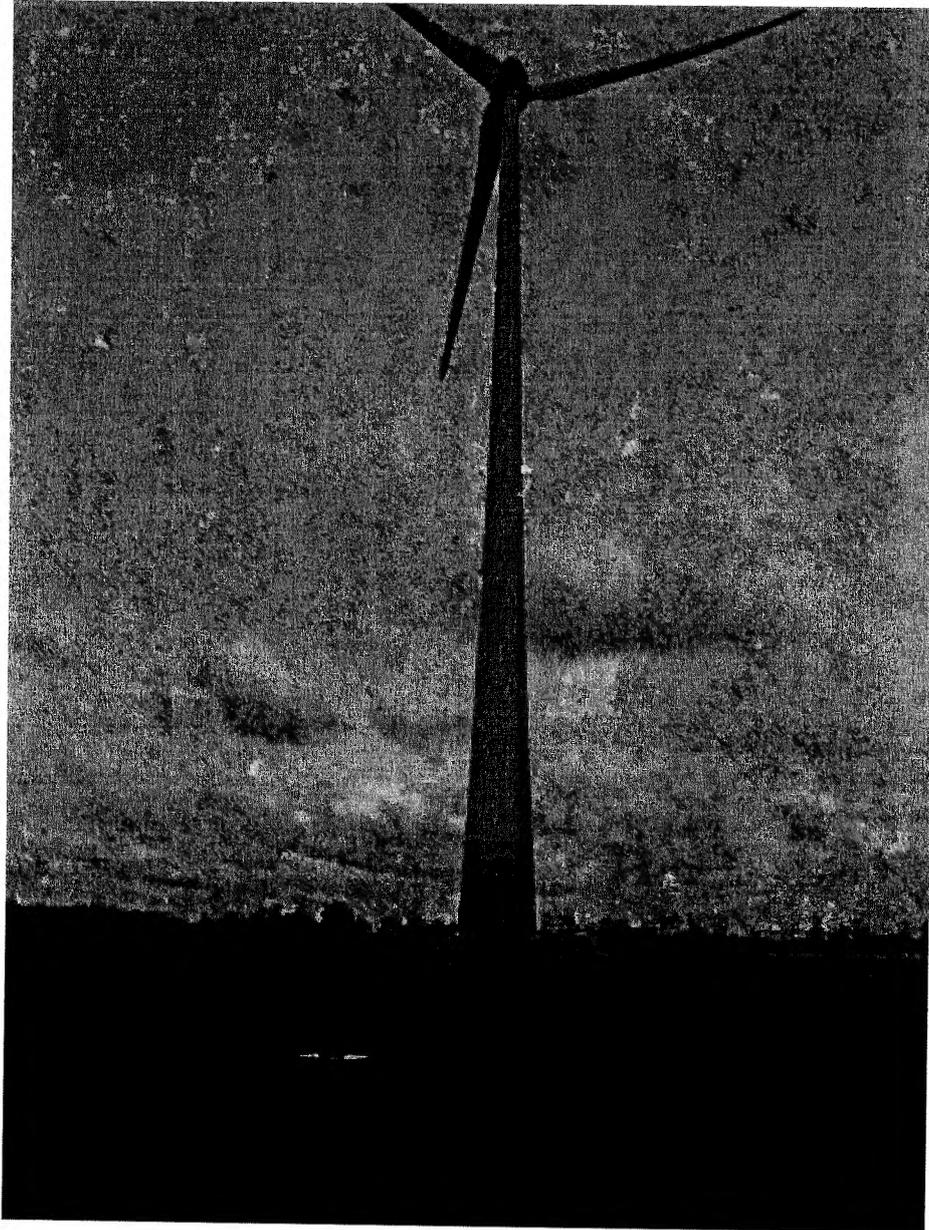


Bild 1:            Mikrofon am Referenzmesspunkt zur Enercon E-82 hin (Standort  
Bimolten)



Bild 2:            Mikrofon am Referenzmesspunkt (Standort Bimolten)

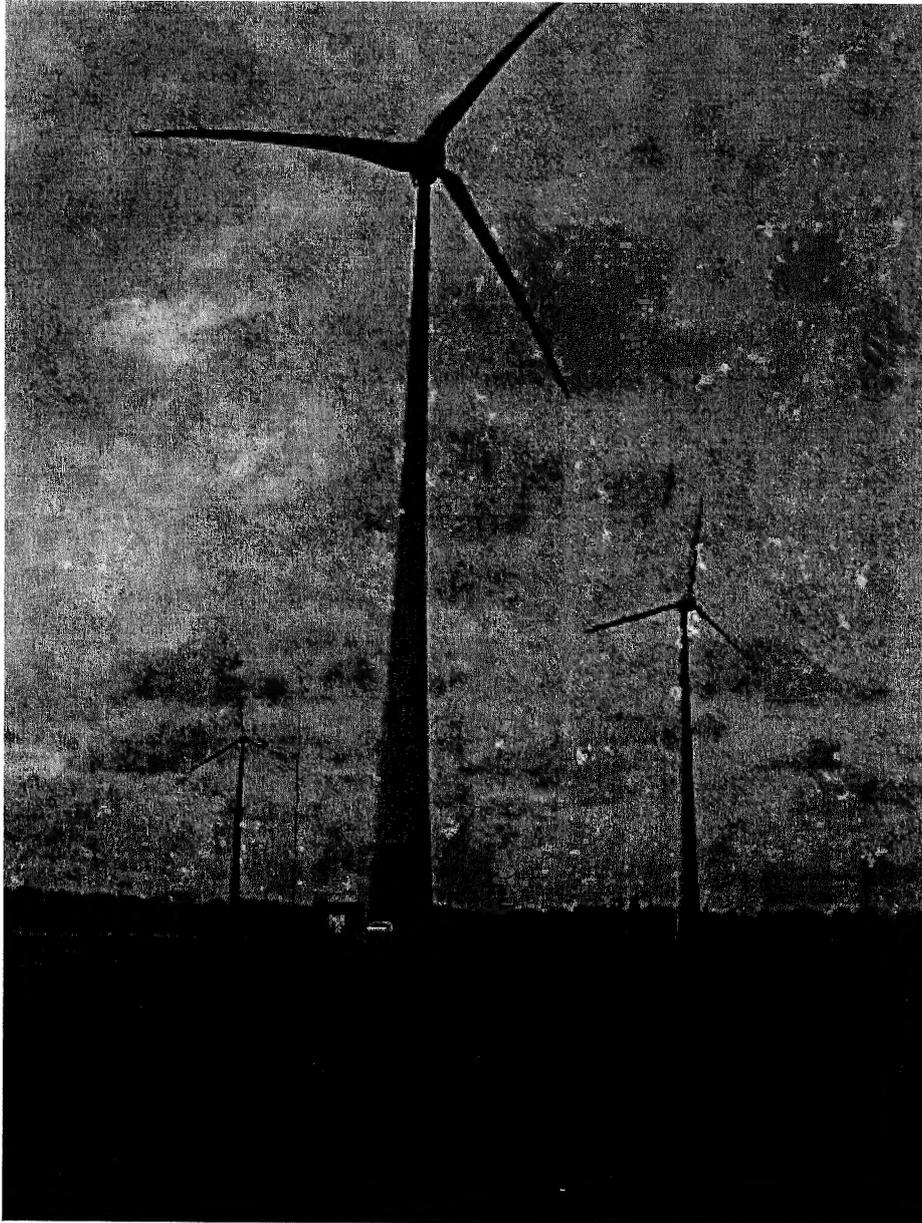
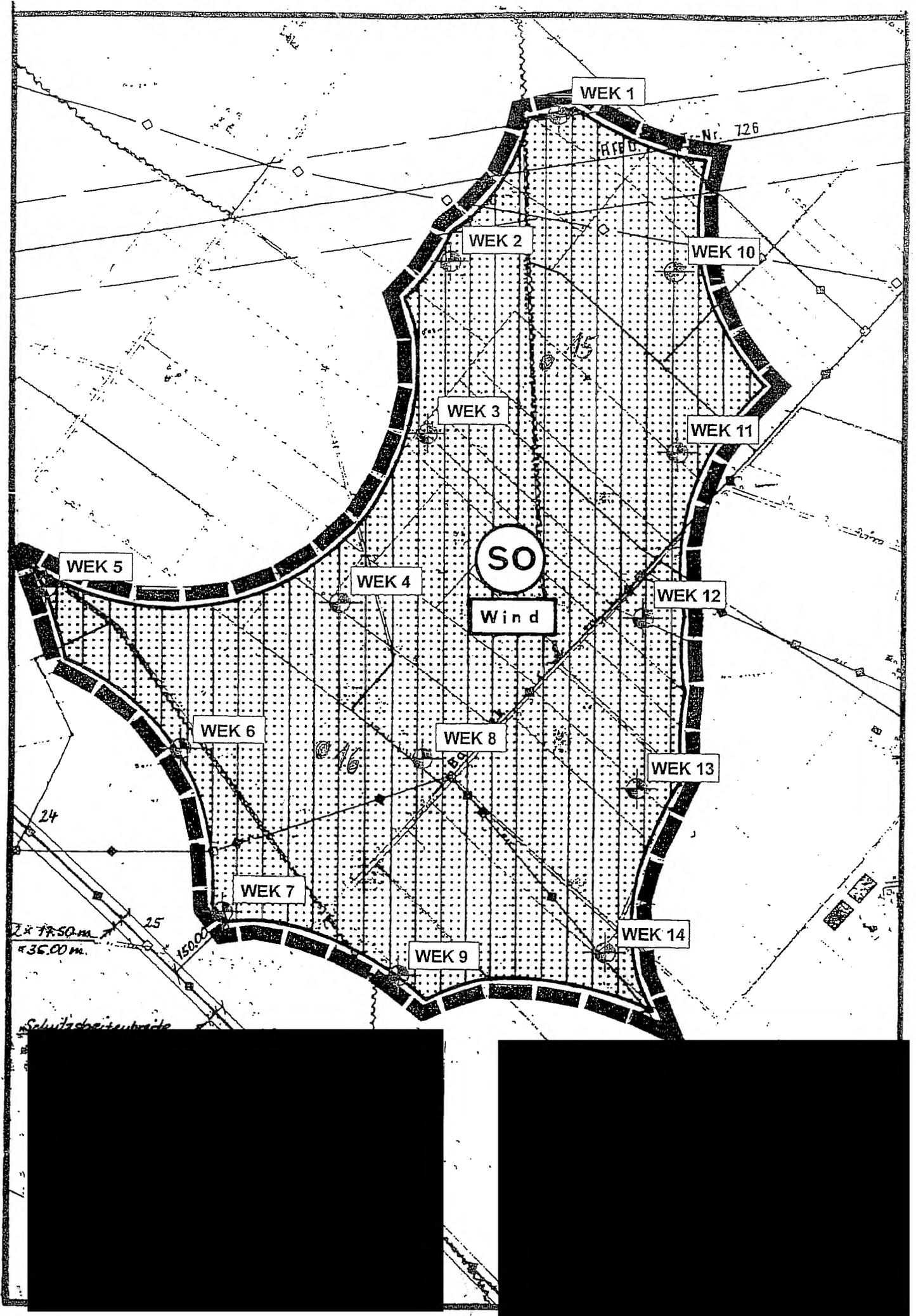
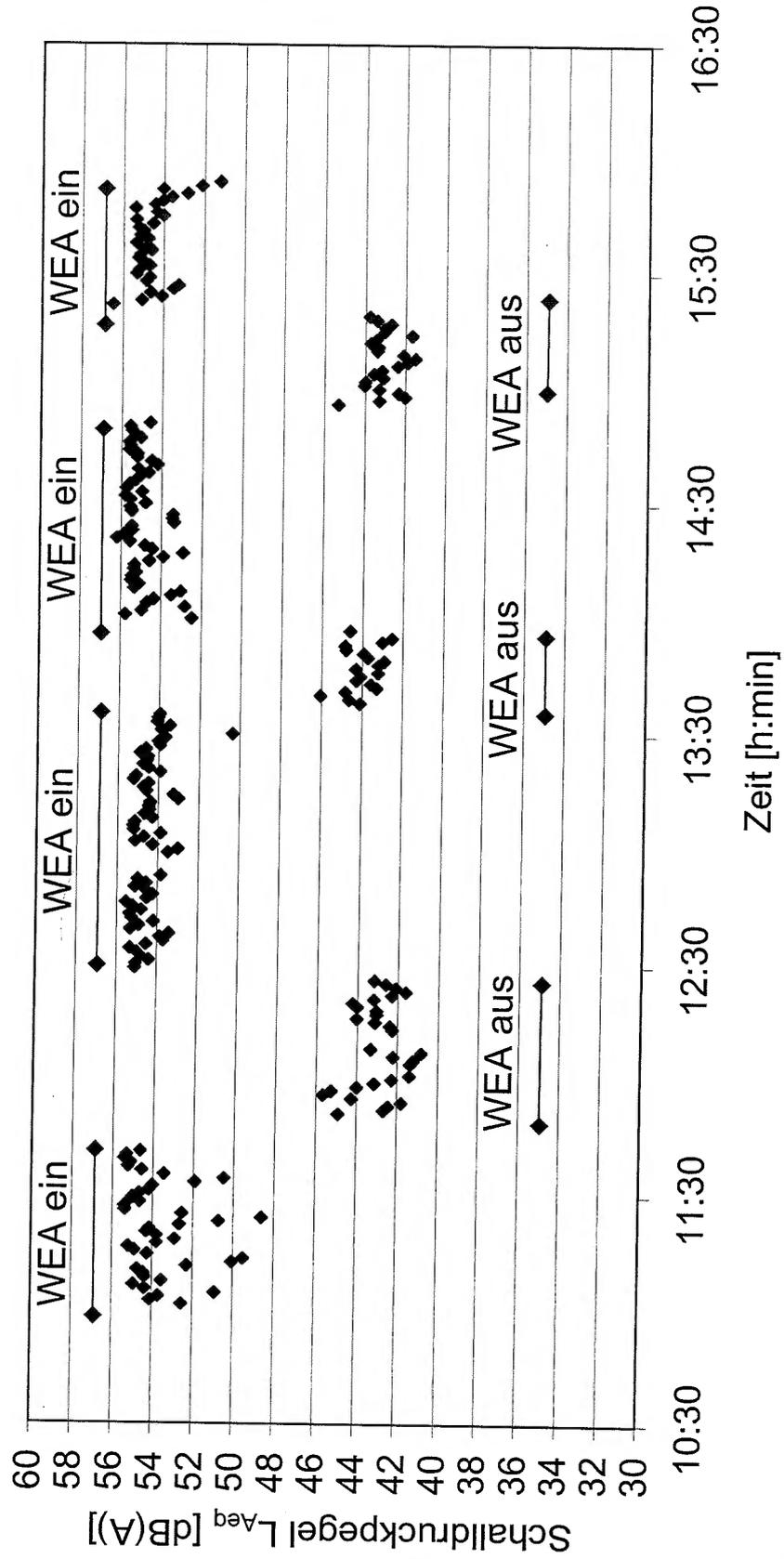


Bild 3: Enercon E-82 vom Anemometer aus (Standort Bimolten)

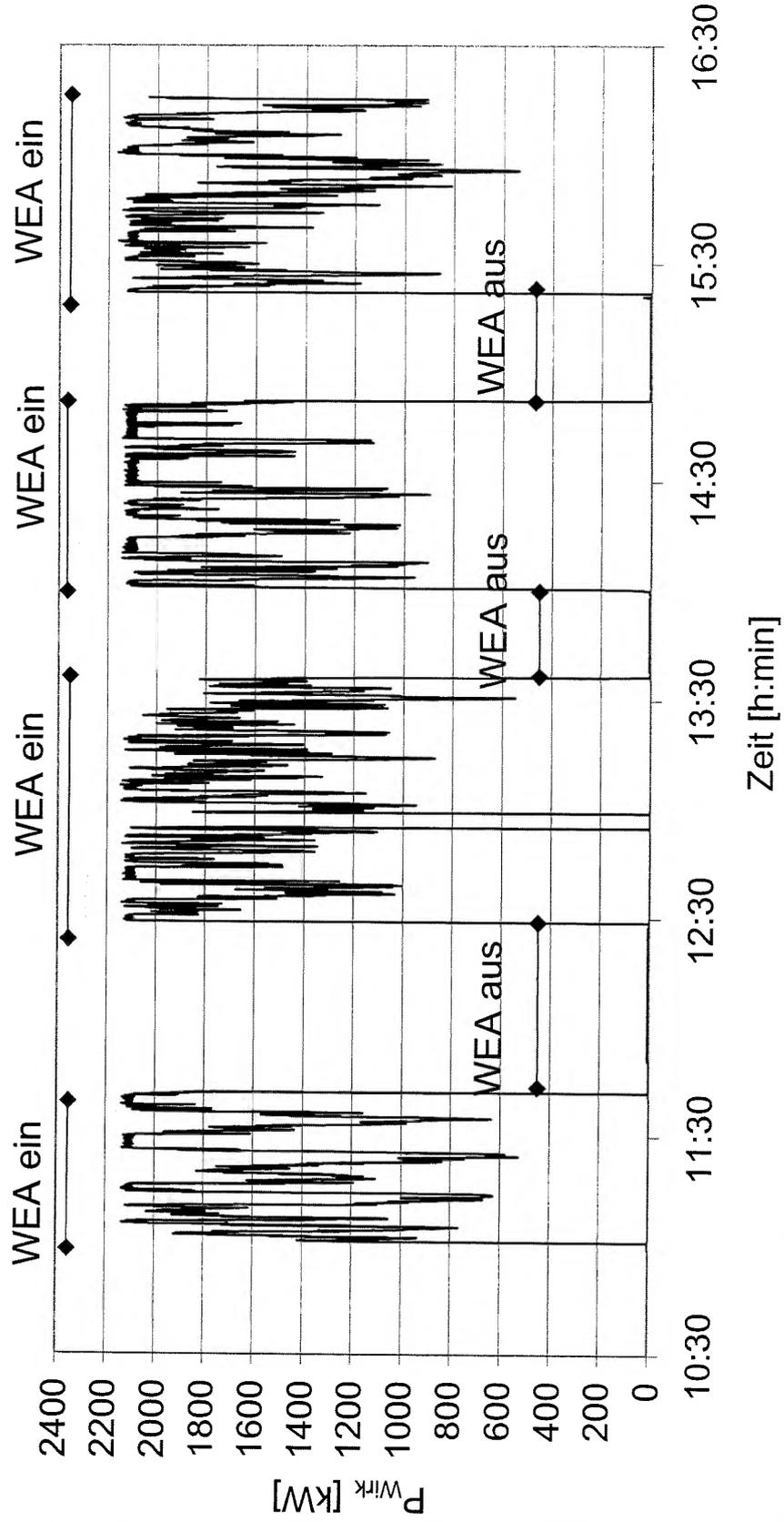


Anlage B: Diagramme der Zeitverläufe

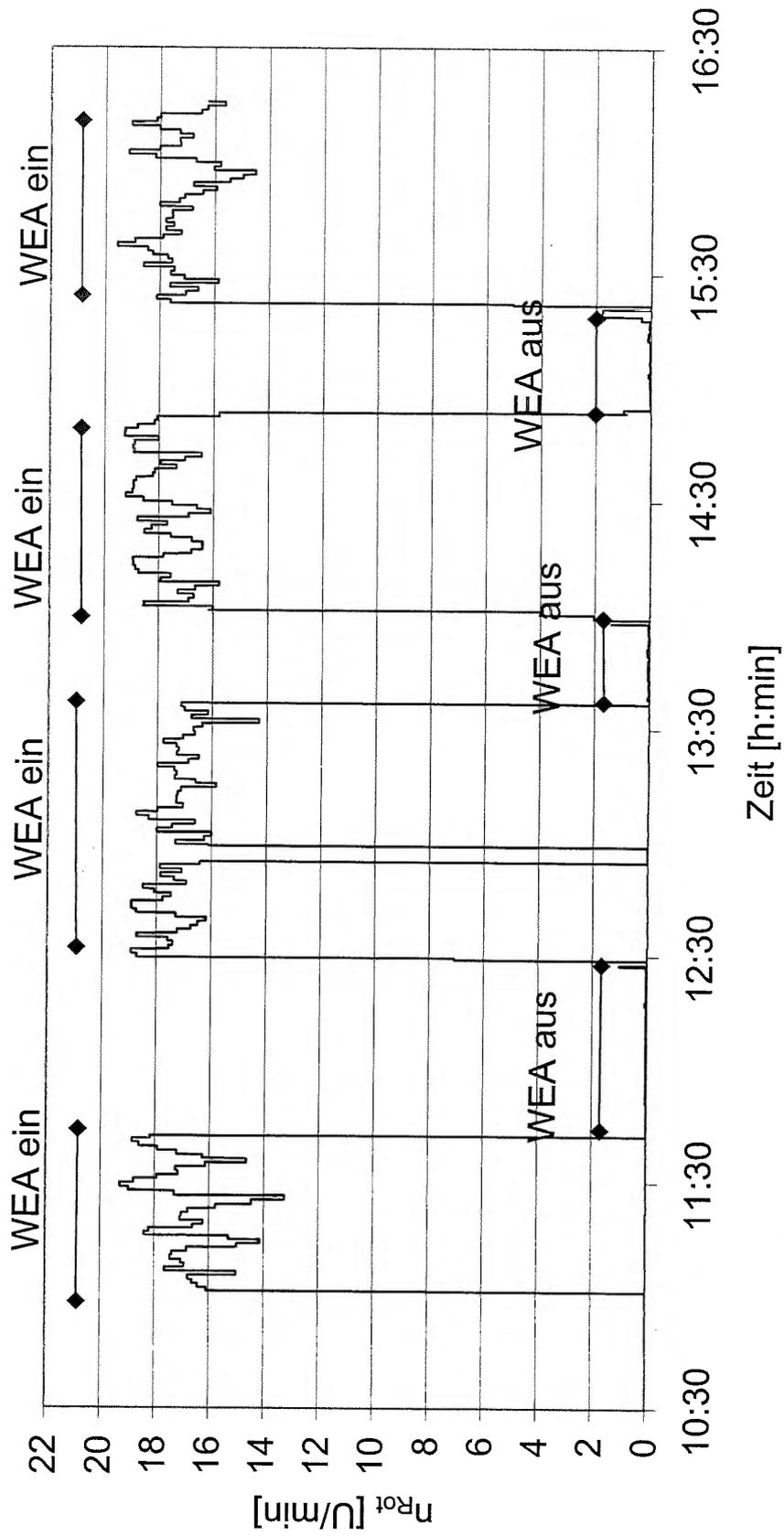
WEA E-82 in Bimolten, Betrieb I: Schalldruckpegel in Abhängigkeit der Zeit  
 (Minutenmittelwerte ohne Fremdgeräusche)



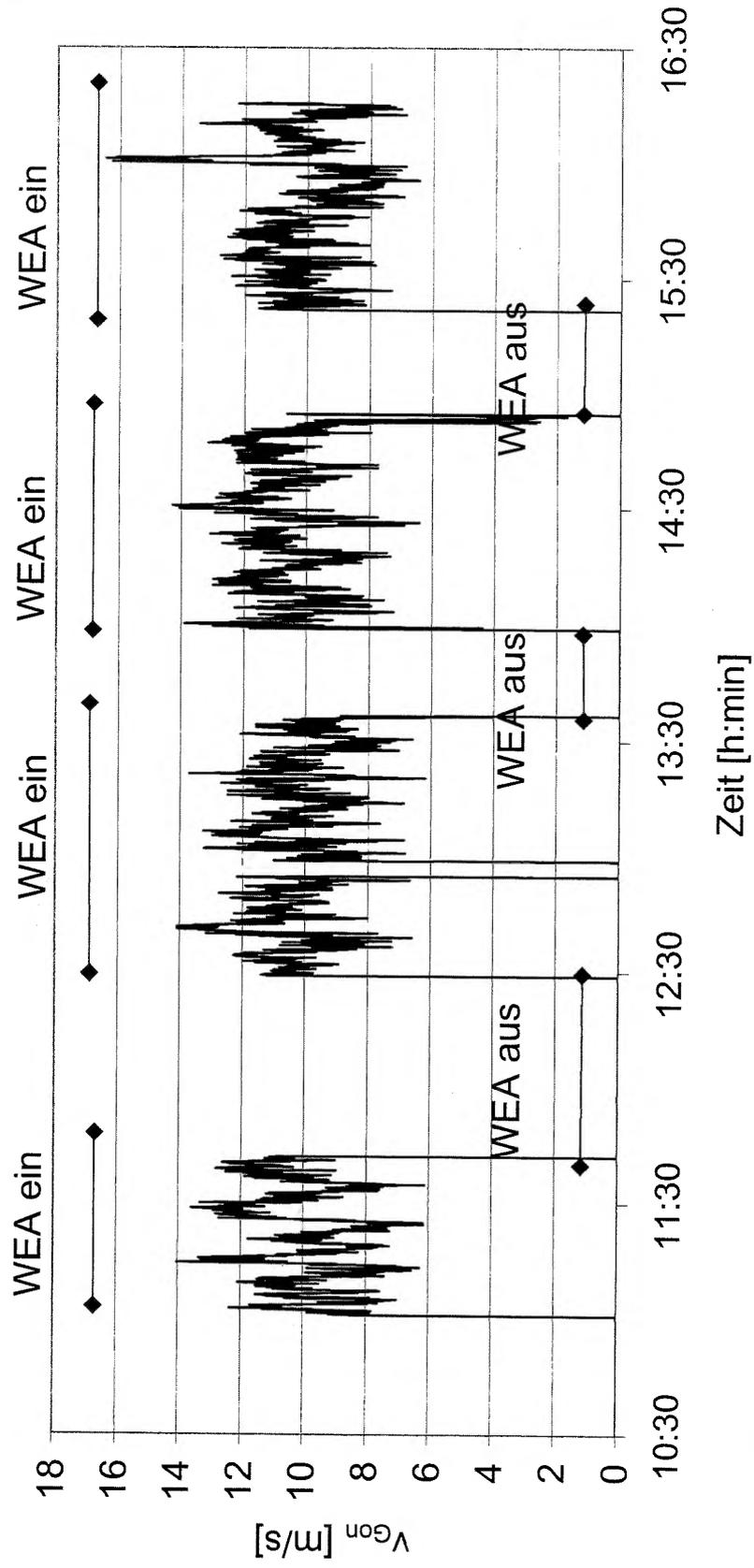
WEA E-82 in Bimolten, Betrieb I: Wirkleistung über der Zeit  
(Sekundenmittelwerte)



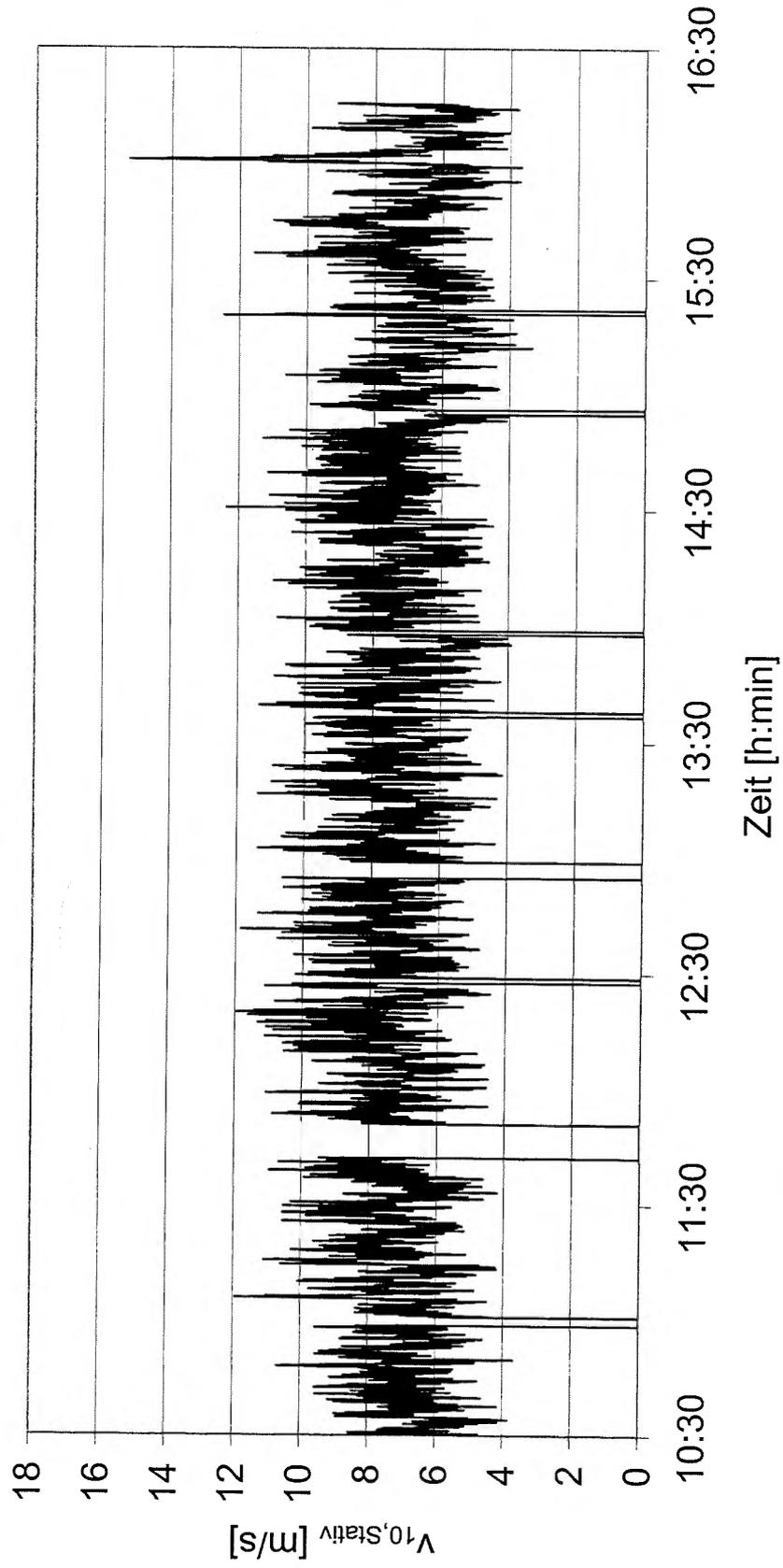
WEA E-82 in Bimolten, Betrieb I: Rotordrehzahl über der Zeit  
(Minutenmittelwerte)



WEA E-82 in Bimolten, Betrieb I: Gondelanemometer-Windgeschwindigkeit  
über der Zeit  
(Sekundenmittelwerte)



Windmesspunkt nahe WEA E-82 in 10 m Höhe: Anemometer-  
Windgeschwindigkeit über der Zeit (Sekundenmittelwerte)

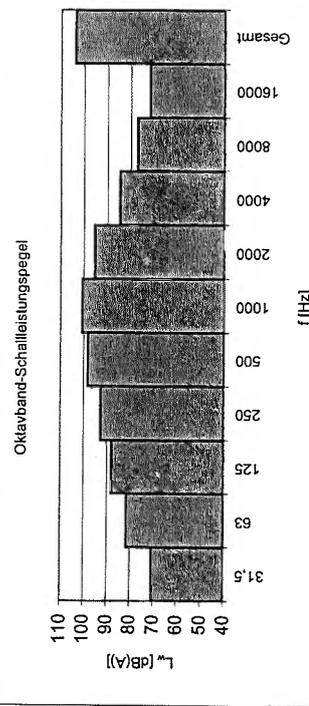
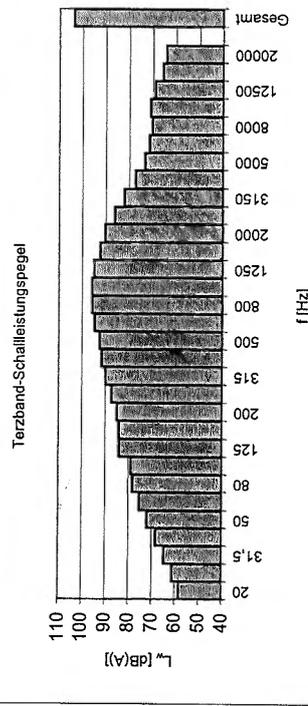


Anlage C:      Frequenzspektren und Tonhaltigkeit

Schallemissionsmessung an E-82 in Bimolten, Ser.-Nr. 82004, Betrieb I

Terzband-Schalleistungspegel  $f_v = 7,7$  ms entsprechend der maximalen Schalleistung:

f [Hz]	$L_{W, Terz}$ [dB(A)]	$L_{W, OK}$ [dB(A)]
20	58,4**	
25	61,2*	
31,5	64,9*	70,6*
40	68,5*	
50	72,8*	
63	75,6	81,4
80	79,2	
100	79,6*	
125	84,3	87,9
160	84,0	
200	85,0	
250	87,2	92,6
315	90,0	
400	91,6	
500	92,7	98,1
630	95,0	
800	96,2	
1000	96,0	100,5
1250	95,1	
1600	92,5	
2000	90,5	95,3
2500	86,6	
3150	82,6	
4000	78,4	84,5
5000	74,7	
6300	73,0	
8000	71,6	77,1
10000	72,4	
12500	69,1	
16000	65,9	71,7
20000	64,3	
Gesamt	103,8	



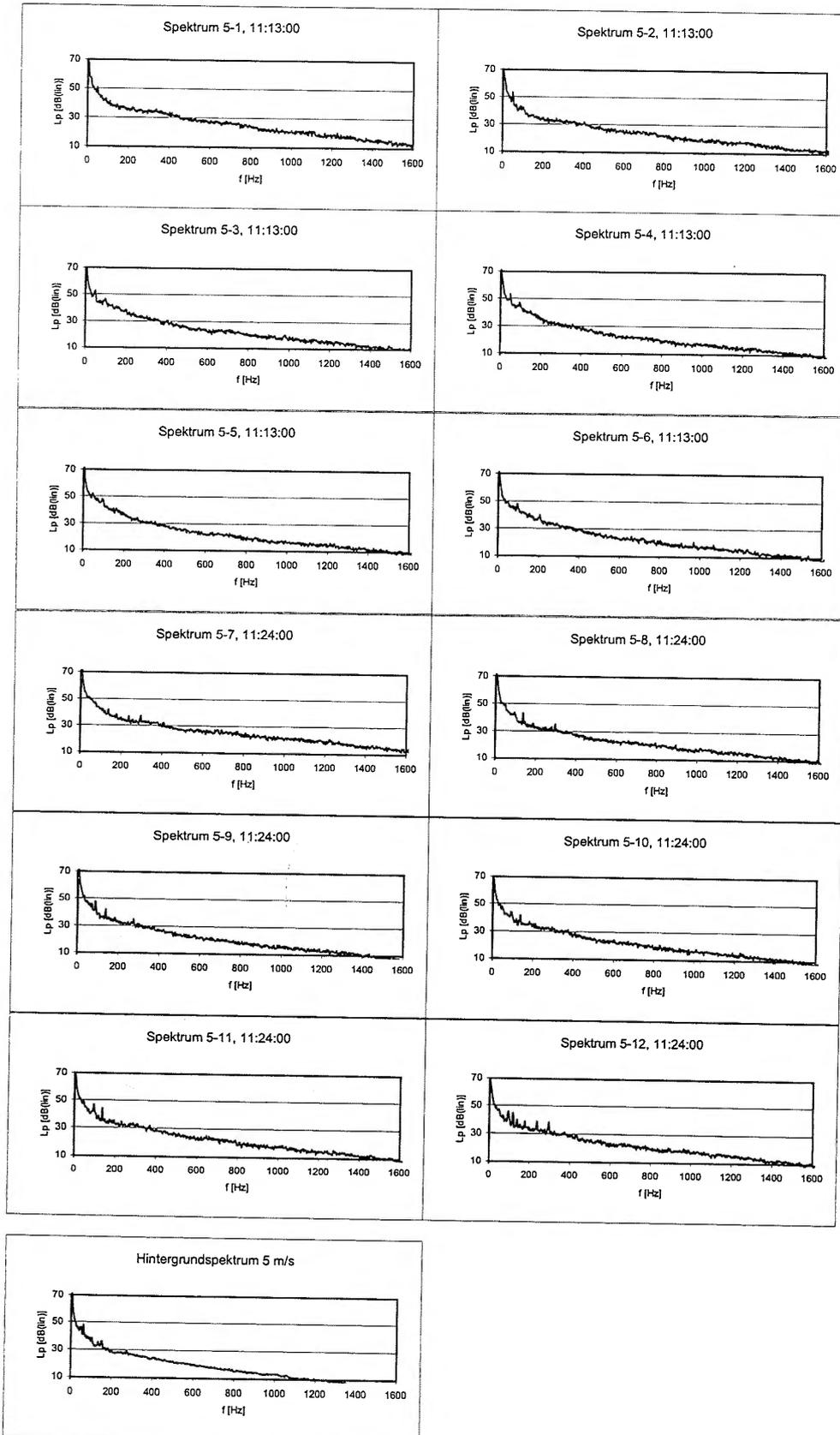
\* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 6 dB, Pegelkorrektur um 1,3 dB

\*\* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 3 dB, keine Pegelkorrektur

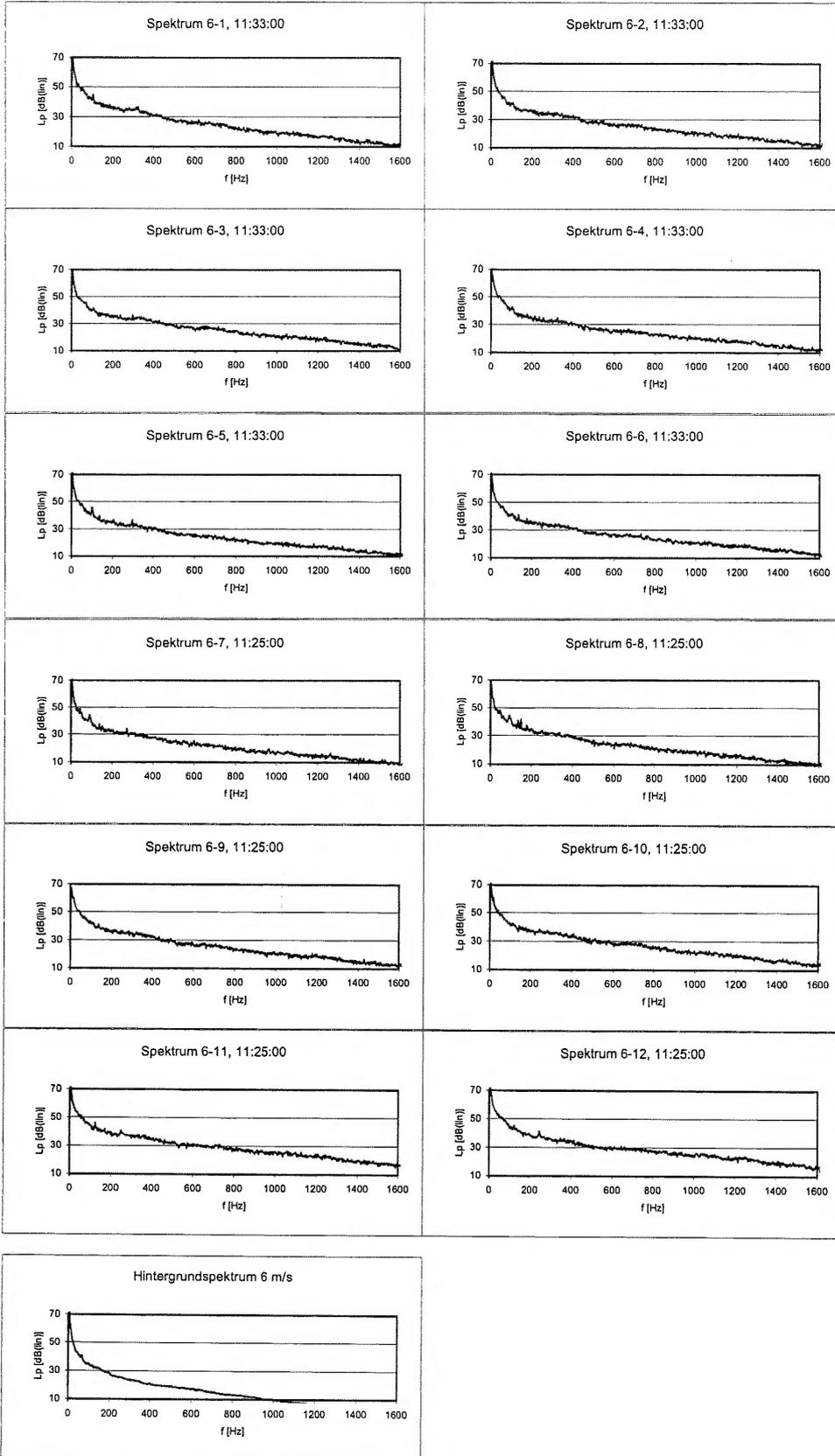




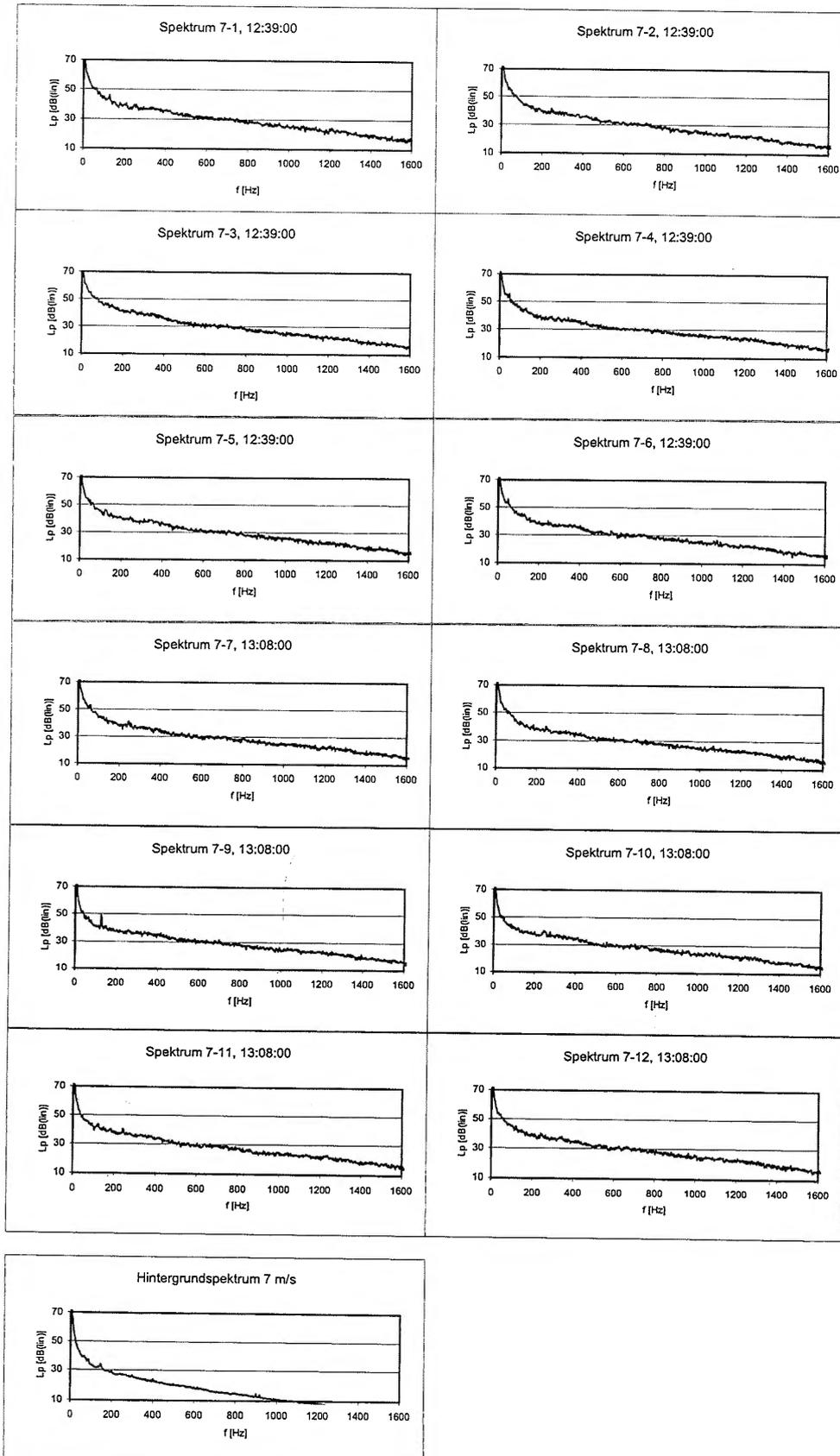


**WEA E-82 in Bimolten,  
 Spektren,  $v_s = 6 \text{ m/s}$** 


WEA E-82 in Bimolten,  
 Spektren,  $v_s = 6 \text{ m/s}$



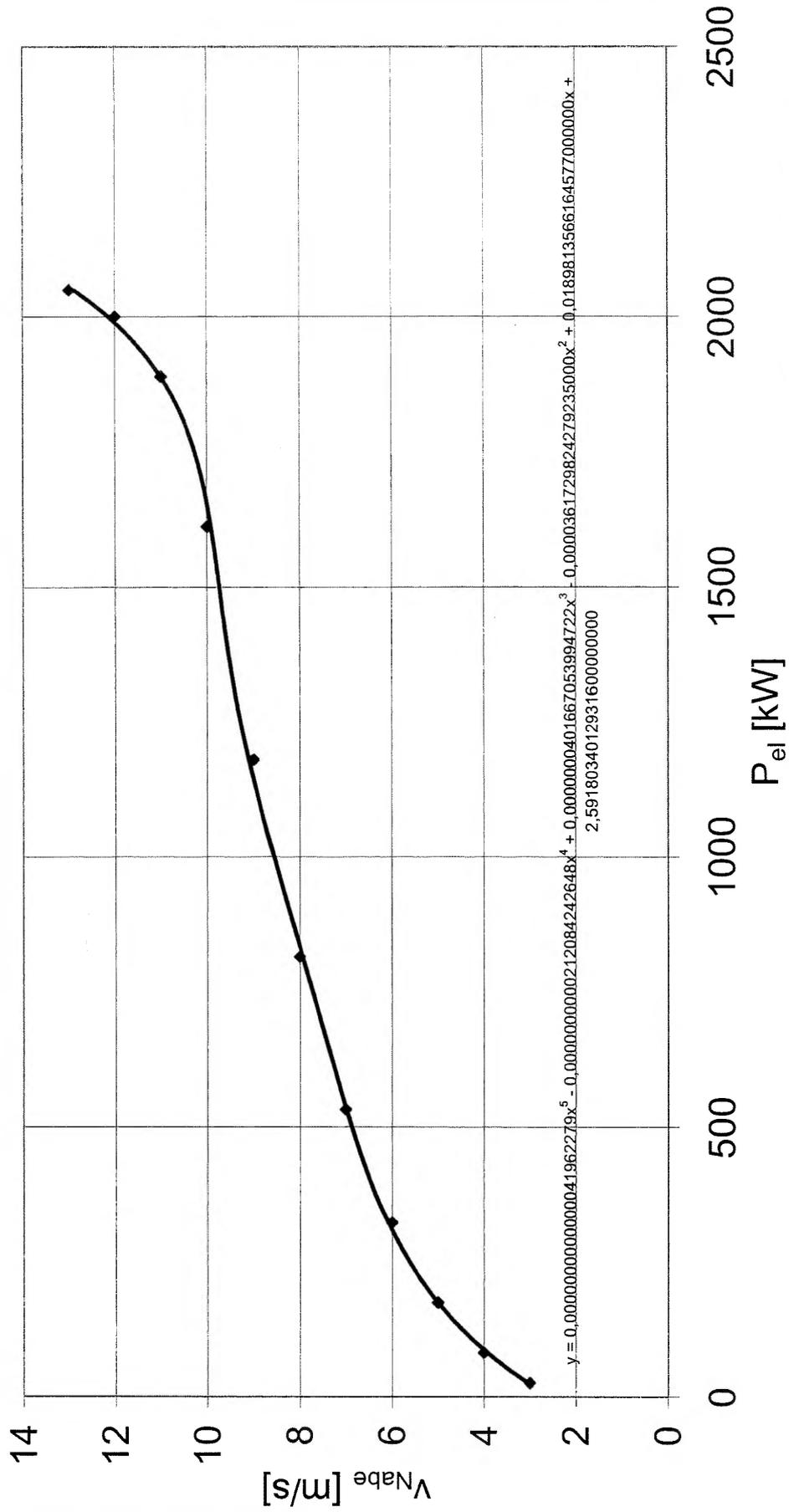
WEA E-82 in Bimolten,  
 Spektren,  $v_s \approx 7 \text{ m/s}$



Zeit [h:min:s]	L <sub>Feq</sub> [dB(A)]	L <sub>FTEq</sub> [dB(A)]	P <sub>m</sub> [kW]	v <sub>s</sub> [m/s]	Mittelwerte je Bin				K <sub>IN</sub> [dB]
					v <sub>s</sub> [m/s]	L <sub>Feq</sub> [dB(A)]	L <sub>FTEq</sub> [dB(A)]	L <sub>FTEq</sub> - L <sub>Feq</sub> [dB(A)]	
14:05:05	54,4	56,3	1582	6,8					
14:15:05	54,6	56,5	1573	6,8					
15:45:05	54,1	56,0	1565	6,8					
15:49:05	54,1	56,1	1548	6,7					
11:21:05	54,2	56,4	1539	6,7					
14:41:05	54,5	56,6	1537	6,7					
13:35:05	54,0	55,9	1533	6,7					
11:05:05	54,4	56,5	1532	6,7					
13:27:05	54,0	55,9	1532	6,7					
13:21:05	54,5	56,4	1500	6,7					
11:02:05	54,1	56,4	1496	6,7					
13:29:05	53,7	55,5	1494	6,7					
15:26:05	53,5	55,4	1480	6,7					
11:17:05	53,8	55,4	1476	6,7					
14:40:05	54,2	56,0	1469	6,7					
14:18:05	54,5	56,5	1458	6,7					
15:24:05	54,1	56,0	1452	6,6					
11:19:05	53,8	55,7	1431	6,6					
11:14:05	54,3	56,4	1425	6,6					
13:01:05	54,3	56,5	1416	6,6					
13:20:05	53,9	56,3	1401	6,6					
13:13:05	53,0	55,0	1400	6,6					
13:33:05	54,1	56,0	1396	6,6					
14:16:05	53,9	56,0	1381	6,6					
14:25:05	53,4	55,2	1377	6,6					
11:07:05	53,6	55,8	1376	6,6					
13:31:05	53,9	55,8	1374	6,6					
12:59:05	53,5	55,6	1367	6,5					
13:28:05	54,0	55,9	1356	6,5					
12:37:05	53,9	55,8	1352	6,5					
13:04:05	53,9	55,8	1344	6,5					
14:27:05	53,4	55,4	1343	6,5					
12:36:05	53,7	56,0	1340	6,5					
14:06:05	53,5	55,5	1325	6,5	6,2	52,7	54,7	1,9	0
15:50:05	53,6	55,7	1316	6,5					
12:53:05	53,9	56,1	1307	6,5					
13:32:05	53,5	55,4	1270	6,4					
14:26:05	53,5	55,3	1255	6,4					
13:00:05	53,0	55,0	1229	6,3					
12:38:05	53,4	55,5	1219	6,3					
11:35:05	53,5	55,6	1218	6,3					
11:18:05	52,9	54,8	1213	6,3					
14:07:05	53,1	54,8	1210	6,3					
11:22:05	52,7	54,4	1207	6,3					
11:01:05	52,6	54,5	1206	6,3					
15:27:05	53,3	55,2	1200	6,3					
14:03:05	52,8	54,7	1198	6,3					
13:14:05	53,3	55,1	1187	6,3					
11:11:05	52,3	54,1	1165	6,2					
15:51:05	52,9	54,9	1132	6,2					
14:17:05	52,9	54,8	1114	6,1					
15:53:05	52,1	53,9	1106	6,1					
11:33:05	51,9	53,6	1100	6,1					
11:25:05	52,6	54,5	1093	6,1					
14:00:05	52,5	54,1	1019	5,9					
11:04:05	50,9	52,9	961	5,8					
15:54:05	51,2	52,8	949	5,8					
11:34:05	50,5	52,4	888	5,6					
11:23:05	50,7	52,4	873	5,6					
11:12:05	50,1	52,0	832	5,5	5,3	49,7	51,7	2,0	0
13:30:05	50,4	52,7	807	5,4					
11:13:05	49,5	51,3	750	5,3					
11:24:05	48,6	50,5	677	5,1					

Anlage E: Leistungskennlinie und Herstellerbescheinigung zur Enercon E-82

### Verwendete Leistungskurve, Betrieb I



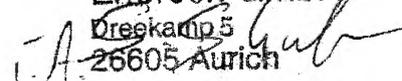
**Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten des Anlagentypes:  
Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation:**

**E-82**

Datum / date: 2007-04-11

1. Allgemeines		General
Hersteller	Enercon GmbH	manufacturer
Anlagenbezeichnung	E-82	type name
Art (horizontal/vertikal)	horizontal	type (horizontal / vertical)
Nennleistung	2000 kW	rated power
Leistungsregelung	pitch	power control
Nabenhöhe über Fundament	108,2 m	hub height above foundation
Nabenhöhe über Grund	108,4 m	hub height above ground
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s	rated wind speed
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s	cut-in and cut-out wind speed
Überlebenswindgeschwindigkeit	59,5 m/s	survival wind speed
Rechnerische Lebensdauer	20 Jahre / years	calculated safe life
Beitrag zum Kurzschlussstrom	3,2 kA (400 V)	contribution to short circuit current
2. Rotor		Rotor
Durchmesser	82 m	diameter
Bestrichene Fläche	5281 m <sup>2</sup>	swept area
Anzahl der Blätter	3	number of blades
Nabenart (pendelnd/starr)	starr	kind of hub
Anordnung zum Turm (luv/lee)	luv	relative position to tower (luv/lee)
Nenn Drehzahl / -bereich	6 – 19 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)	rated speed
Auslegungsschnellaufzahl		design tip speed ratio
Rotorblatteinstellwinkel	variabel	rotor blade pitch setting
Konuswinkel	0°	cone angle
Achsneigung	4°	tilt angle
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie	4,32 m	distance between rotor flange centre - tower centre line
3. Rotorblatt		Rotor blade
Hersteller	ENERCON	manufacturer
Typenbezeichnung	82-1	type
Profile innen	ENERCON	blade section inside
Profile aussen	ENERCON	blade section outside
Material	GFK (Epoxy)	material
Länge	38,8 m	length
Profiltiefe max/min		chord length (max/min)
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbolatoren)	keine/none	additional components (e.g. stall strips, vortex generators, trip strips)
Extenderlänge		Extender length
4. Getriebe		Gear
Hersteller		manufacturer
Typenbezeichnung		type
Ausführung		design
Übersetzungsverhältnis		gear ratio
5. Generator		Generator
Hersteller	ENERCON	manufacturer
Typenbezeichnung	E-82	type
Anzahl	1	numbers
Art	synchron Ringgenerator	design
Nennleistung(en)	2000 kW	rated power(s)
Nennscheinleistung	2000 kVA	rated apparent power
Nenn Drehzahlen oder Drehzahlbereich	6 – 19 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)	rated speed(s) / speed range
Spannung	variabel	voltage
Frequenz	variabel	frequency
Nennschlupf		rated slip
6. Turm		Tower
Hersteller	WEC Turmbau	manufacturer
Typenbezeichnung	E-82/BF/107/23/01	type
Ausführung (Gitter/Rohr, zyl./kon.)	Rohr	design (tapered/tube, cylin./lattice)
Material	Fertigteillbeton	material
Länge	107,1 m	length
7. Windrichtungsnachführung		Yaw orientation drive
Ausführung (aktiv/passiv)	Aktiv	design (active/passive)
Antriebsart (el./mech./hydr.)	elektrisch	drive (electr./mech./hydr.)
Dämpfungssystem während des Betriebs	Reibung	damping system during operation

8. Betriebsführung / Regelung		Supervisory system/control
Art der Leistungsregelung	pitch	kind of power control
Antrieb der Leistungsregelung	elektrisch	driver of power control
Automatischer Wiederanlauf		automatic restart
- nach Netzausfall	ja	- following grid-failure
- nach Abschaltwind	ja	- following cut-out wind speed
Hersteller der Betriebsführung / Regelung	ENERCON	manufacturer of control system
- Typenbezeichnung	E-82	- type
- Verwendete Steuerungskurve	Enercon	- used control curve
9. Sonstige elektrische Komponenten		Other electric installations
Anzahl der Kompensationsstufen	keine/none	number of compensation stages
Blindleistung Stufe 1		reactive power stage 1
Blindleistung Stufe 2		reactive power stage 2
Blindleistung Stufe 3		reactive power stage 3
Blindleistung Stufe 4		reactive power stage 4
Art der Netzkopplung	über Wechselrichter	kind of interconnection
- Hersteller	ENERCON	- manufacturer
- Typenbezeichnung	E-82	- type
Netzschutzhersteller	ENERCON	mains protective manufacturer
- Typenbezeichnung	E-82	- type
- Einstellbereiche:		- adjustment range:
Spannungssteigerungsschutz	106,5 %, 0,1s	overvoltage protection
Spannungsrückgangsschutz	90 %, 0,1s	undervoltage protection
Frequenzsteigerungsschutz	50,4 HZ, 100 ms	overfrequency protection
Frequenzrückgangsschutz	49,5 HZ, 100 ms	underfrequency protection
Typenbezeichnung der Abschalteinheit	E-82	type of contact breaking device
Oberschwingungsfilter (Ja/Nein)	ja	harmonic filter /yes,no
Oberschwingungsfilter müssen auf den Netzverknüpfungspunkt ausgelegt sein.)		(harmonic filter have to be designed for the point of common coupling)
10. Bremssystem		Brake system
Bremssystem (primär/sekundär)		brakes (primary/secondary/service)
- Aktivierung	elektrisch/electrical	- Activation
- Anordnung	Einzelblatt/single blade	- Location
- Bremsenart	aerodynamisch/aerodynamic	- Kind
- Betätigung	automatisch/automatic	- Operation
11. Typenprüfung		Type test
Prüfbehörde	TUV Nord	testing authority
Aktenzeichen	T-7005/06-1	reference
12. Informativer Teil		Site Information
Standort der vermessenen WEA	48527 Bimolten	location of measured WTG
Koordinaten des Standortes	GK RW: 25.71.442 GK HW: 58.18.445	coordinate of the location
Seriennummer der WEA der Blätter des Getriebes des Generators	82004	serial number of WTGs blades gearbox generator

**Enercon GmbH**  
 Dreekamp 5  
 26605 Aurich  


Stempel und Unterschrift des Herstellers

**Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, daß die WEA, deren Leistungskurve und elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten Nr. WT5383/06 (elektr. Eigenschaften) und Kennlinie E-82 2 MW berechnet Rev. 1.1 (Leistungskurve) abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist.**  
**The manufacturer of the wind turbine generator system confirms that the WTGs whose power curve and grid compatibility is measured and depicted in the test reports WT5383/06 (grid compatibility) and Power Curve E-82 2 MW calculated Rev. 1.1 (power curve) is identical with the above entries with regard to its technical data.**

Anlage F: Auszug aus dem Prüfbericht

<b>Auszug aus dem Prüfbericht</b> <b>Stammblatt "Geräusche" entsprechend den "Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen,</b> <b>Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte"</b> <small>Rev. 17 vom 01. Juli 2006 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V. Stresemannplatz 4, D-24103 Kiel)</small>												
Auszug aus dem Prüfbericht 207041-01.01 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-82 im Betrieb I												
Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)										
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH	Nennleistung (Generator):	2.000 kW									
Seriennummer:	82004	Rotordurchmesser:	82 m									
WEA-Standort (ca.):	48529 Bimolten	Nabenhöhe über Grund:	108,4 m									
Standortkoordinaten	RW: 25.71.442 HW: 58.18.445	Turmbauart:	Fertigteilbeton									
		Leistungsregelung:	Pitch									
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)										
Rotorblatthersteller:	Enercon GmbH	Getriebehersteller:	Entfällt									
Typenbezeichnung Blatt:	82-1	Typenbezeichnung Getriebe:	Entfällt									
Blatteinstellwinkel:	Variabel	Generatorhersteller:	Enercon GmbH									
Rotorblattanzahl:	Drei	Typenbezeichnung Generator:	E-82									
Rotordrehzahlbereich:	6 - 19 U/min	Generatornenn Drehzahl:	6 - 19 U/min									
Berechnete Kennlinie Rev. 1.0, Januar 2005, Nennleistung 2.000 kW; Enercon E-82												
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen								
	Normierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung										
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	5 $ms^{-1}$	607 kW	96,0 dB(A)*									
	6 $ms^{-1}$	1.040 kW	100,7 dB(A)									
	7 $ms^{-1}$	1.710 kW	103,4 dB(A)									
	8 $ms^{-1}$	1.953 kW	103,7 dB(A)									
	9 $ms^{-1}$	2.058 kW	103,8 dB(A)	(2)								
	10 $ms^{-1}$	-	-	(3)								
	7,7 $ms^{-1}$	1.900 kW	103,8 dB(A)	(1)								
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TN}$	5 $ms^{-1}$	607 kW	0 dB									
	6 $ms^{-1}$	1.040 kW	0 dB									
	7 $ms^{-1}$	1.710 kW	0 dB									
	8 $ms^{-1}$	1.953 kW	0 dB									
	9 $ms^{-1}$	2.058 kW	0 dB									
	10 $ms^{-1}$	-	-	(3)								
	7,7 $ms^{-1}$	1.900 kW	0 dB	(1)								
Impulszuschlag für den Nahbereich $K_{IN}$	5 $ms^{-1}$	607 kW	0 dB									
	6 $ms^{-1}$	1.040 kW	0 dB									
	7 $ms^{-1}$	1.710 kW	0 dB									
	8 $ms^{-1}$	1.953 kW	0 dB									
	9 $ms^{-1}$	2.058 kW	0 dB									
	10 $ms^{-1}$	-	-	(3)								
	7,7 $ms^{-1}$	1.900 kW	0 dB	(1)								
<b>Terz-Schalleistungspegel</b> für $v_s = 7,7 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P,max}$	72,8*	75,6	79,2	79,6*	84,3	84,0	85,0	87,2	90,0	91,6	92,7	95,0
Frequenz	800	1.000	1.250	1.600	2.000	2.500	3.150	4.000	5.000	6.300	8.000	10.000
$L_{WA,P,max}$	96,2	96,0	95,1	92,5	90,5	86,6	82,6	78,4	74,7	73,0	71,6	72,4
<b>Oktav-Schalleistungspegel</b> für $v_s = 7,7 ms^{-1}$ in dB(A) entsprechend dem maximalen Schalleistungspegel												
Frequenz	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000				
$L_{WA,P,max}$	81,4	87,9	92,6	98,1	100,5	95,3	84,5	77,1				

Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 11.04.2007.

Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

- Bemerkungen:
- (1) Die normierte Windgeschwindigkeit von  $v_s = 7,7 ms^{-1}$  entspricht 95 % der Nennleistung.
  - (2) Maximaler Wert  $v_s = 8,8 m/s$ , oberhalb witterungsbed. keine Werte für das Anlagengeräusch vorhanden.
  - (3) Witterungsbedingt keine Werte für das Anlagengeräusch vorhanden.
  - \* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 6 dB, Pegelkorrektur um 1,3 dB
  - \*\* Abstand zwischen Anlagengeräusch und Fremdgeräusch < 3 dB, keine Pegelkorrektur

Gemessen durch: KÖTTER Consulting Engineers KG  
- Rheine -

Datum: 19.04.2007

# MÜLLER-BBM

Niederlassung Gelsenkirchen  
Am Bugapark 1  
45899 Gelsenkirchen  
Tel. +49(209)98308 - 0  
Fax +49(209)98308 - 11  
www.MuellerBBM.de

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Hinkelmann  
Tel. +49(209)98308-17  
Dirk.Hinkelmann@MuellerBBM.de

M65 333/1 hkm/khl  
21. April 2006

## Enercon GmbH

### Schallemissionsmessung

ENERCON E-82 am  
Standort 26632 Ihlow / Simonswolde  
im Betrieb I

Prüfbericht Nr. M65 333/1

Auftraggeber:

Bearbeitet von:

Berichtsdatum:

Prüfdatum:

Berichtsumfang:



21. April 2006

24. März 2006

Insgesamt 53 Seiten davon  
19 Seiten Textteil,  
15 Seiten Anhang A,  
12 Seiten Anhang B,  
5 Seiten Anhang C und  
2 Seiten Anhang D

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>4</b>
<b>2 Umgebung des Aufstellungsorts der untersuchten WEA</b>	<b>4</b>
<b>3 Beschreibung der Windenergieanlage</b>	<b>5</b>
<b>4 Durchführung der Messungen</b>	<b>6</b>
4.1 Zeitpunkt der Messungen	6
4.2 Beschreibung des Messaufbaues	6
4.3 Verwendete Messgeräte	7
4.4 Erfasste Messgrößen	8
4.5 Ablauf der Messungen	8
<b>5 Auswertung und Ergebnisse zur Schallemission der WEA</b>	<b>10</b>
5.1 Messung der Windgeschwindigkeit	10
5.1.1 Ermittlung der standardisierten Windgeschwindigkeit aus der gemessenen elektrischen Leistung	11
5.1.2 Ermittlung der standardisierten Windgeschwindigkeit aus den Messungen mit dem Anemometer	12
5.2 Äquivalente Dauerschalldruckpegel bei Betrieb der WEA	13
5.3 Äquivalente Dauerschalldruckpegel bei Stillstand der WEA	13
5.4 Fremdgeräuschkorrigierte äquivalente Dauerschalldruckpegel	14
5.5 Schalleistungspegel der WEA als Funktion der standardisierten Windgeschwindigkeit	14
5.6 Schalleistungspegel der WEA	15
5.7 Ton- und Impulshaltigkeit der WEA-Geräusche	16
5.7.1 Tonhaltigkeit	16
5.7.2 Impulshaltigkeit	17
5.8 Ergebnis: Immissionswirksamer Schalleistungspegel	17
5.9 Hinweis zur Rechengenauigkeit und zur Rundung	17
<b>6 Messunsicherheit</b>	<b>18</b>
6.1 Standorteinflüsse	18
6.2 Messunsicherheit Typ A und B	18
6.3 Gesamtunsicherheit	18
<b>7 Zitierte Unterlagen</b>	<b>19</b>

## Zusammenfassung

Für die Firma Enercon wurde eine Schallemissionsmessung an einer Windenergieanlage (WEA) vom Typ ENERCON E-82 mit einer Nabenhöhe von 98 m am Standort 26632 Ihlow / Simonswolde durchgeführt.

Die Schallemissionsmessung wurde am 24.03.2006 gemäß DIN EN 61400-11 und den Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen (FGW-Richtlinien), Teil 1 im Betrieb I durchgeführt. Die Nennleistung im Betrieb I beträgt 2.000 kW bei einem Drehzahlbereich von 6 bis 19 U/min.

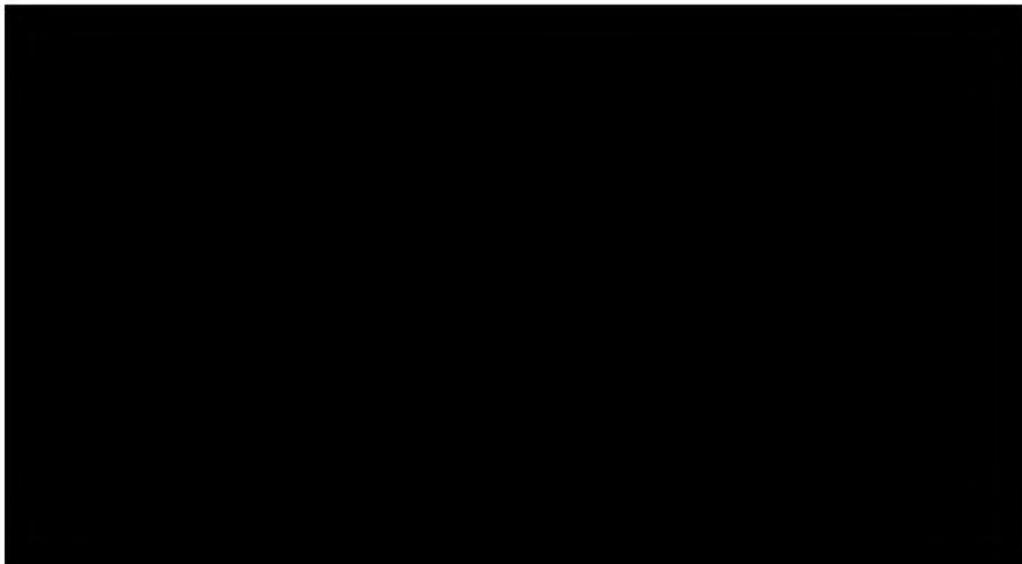
Für den Betrieb I wurde ein Schallleistungspegel von  $L_{WA} = 103,4$  dB(A) bestimmt. Dieser Schallleistungspegel wurde in der standardisierten Windklasse, die aus den elektrischen Leistungsdaten der WEA errechnet wurde, von 8 m/s ermittelt.

Zuschläge für Impulshaltigkeit wurden nicht vergeben.

Durch die Auswertungen der Schallemissionsmessdaten nach DIN EN 61400 bzw. DIN 45681 ergab sich, dass für den Betrieb I die Vergabe eines Tonhaltigkeitszuschlag  $K_{TN}$  im Nahbereich in allen Windklassen nicht gerechtfertigt ist.

Für die Unsicherheit der Schallemissionsangaben wird nach der DIN EN 61400 -11 der Wert von  $U_C = 0,8$  dB ermittelt.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



## 1 Aufgabenstellung

Für die Firma Enercon GmbH sollte an dem Prototyp der Windenergieanlage (WEA) vom Typ ENERCON E-82 mit einer Nabenhöhe von 98 m am Standort 26632 Ihlow / Simonswolde eine Schallemissionsmessung durchgeführt werden.

Der Messaufbau sollte den Anforderungen der DIN EN 61400-11 entsprechen, und die Schallemissionsmessung sollte gemäß den Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen (FGW-Richtlinien), Teil 1 [6] im Betrieb I mit einer Nennleistung von 2.000 kW und einem Drehzahlbereich von 6 bis 19 U/min durchgeführt werden. Die Abbildung A 1 im Anhang A zeigt einen Lageplan mit dem Standort der WEA.

## 2 Umgebung des Aufstellungsorts der untersuchten WEA

Die Umgebung der untersuchten WEA ist in den Abbildungen A 2 bis A 6 im Anhang A sowie in der Abbildung A 1 dargestellt.

Wie auf den Bildern deutlich wird, ist die Umgebung der WEA landwirtschaftlich geprägt. Das Gelände ist im großen Umkreis der WEA relativ eben.

Nördlich der WEA befindet sich in einem Abstand von ca. 550 m die Bundesautobahn A 31.

Am Messtag wurden die benachbarten WEA zur untersuchten Enercon E-82 nicht abgeschaltet, da diese keinen Einfluss auf die Schallemissionsmessung hatten.

### 3 Beschreibung der Windenergieanlage

Bei der WEA handelt es sich um eine getriebelose Maschine, die im Teillastbereich mit variabler Drehzahl und Einzelblattverstellung betrieben wird. Hierfür gelten die folgenden Angaben:

Hersteller:	Enercon GmbH, Dreekamp 5, 26605 Aurich
Typ:	ENERCON E-82
Seriennummer:	82001
Daten der WEA:	2.000 kW Nennleistung, Horizontalachs-Anlage H = 98,3 m, Höhe des Rotormittelpunktes über Grund 2,5 m/s Einschaltwindgeschwindigkeit 13 m/s Nennwindgeschwindigkeit Pitch Leistungsregelung, elektrischer Antrieb Fertigteilbetonturm
Rotor:	D = 82 m Rotordurchmesser, 5.281 m <sup>2</sup> bestrichene Fläche Luvläufer mit aktiver Blattverstellung, im Teillastbereich variable Drehzahl von 6 - 19 U/min 3 Blätter je 38,3 m Länge aus GFK (Epoxidharz) je Rotorblatt ein autarkes Stellsystem 4,32 m Abstand zwischen Rotorflanschmittelpunkt und Turmmittellinie
Generator:	E-82
Getriebe:	Anlage ist ohne Getriebe ausgeführt

Die Herstellerbescheinigung ist im Anhang C auf den Seiten 4 und 5 abgebildet.

## 4 Durchführung der Messungen

### 4.1 Zeitpunkt der Messungen

Die Messungen wurden am 24.03.2006 in der Zeit von 10:00 Uhr bis 17:30 Uhr durchgeführt.

### 4.2 Beschreibung des Messaufbaues

Für die Schallemissionsmessungen wurde das Mikrofon gemäß DIN EN 61400-11 [1] auf einer ebenen schallharten Platte aus Aluminium angebracht. Die Abmessungen der Platte sind

Durchmesser	1,1 m,
Dicke	3,0 mm.

Nach [1] muss der Referenzmesspunkt in Lee der WEA liegen, und zwar innerhalb eines Winkelbereichs von  $\pm 15^\circ$  bezogen auf die Windrichtung während der Messung. Die Lage wurde eingehalten (vgl. Abbildung A 1 und A 2 im Anhang A).

Die Windrichtung war zum Messtermin relativ stabil und schwankte nur gering. Die Lage des Grenzflächenmikrofons musste dadurch während der Messung nur einmal entlang des vorbereiteten Abstandsradius angepasst werden.

Das Messmikrofon wurde mit zwei Windschirmen gegen windinduzierte Geräusche geschützt. Als erster Windschirm wurde eine Hälfte des Original B&K-Windschirms mit 90 mm Durchmesser verwendet. Als zweiter Windschirm kam ein von Müller-BBM entwickelter Messaufbau (vgl. Abbildung A 5 im Anhang A) zur Anwendung, dessen Frequenzgang im Müller-BBM Hallraum geprüft wurde. Als Ergebnis dieser Prüfung ist für den ausgewerteten Frequenzbereich keine Frequenzgang-Korrektur erforderlich.

Der Referenzmesspunkt muss nach [1] den Abstand  $R_0 = H + D/2$  zu der WEA-Turmmittellinie (zulässige Toleranz  $\pm 20\%$ ) aufweisen. Mit der Nabenhöhe  $H = 98$  m und dem Rotordurchmesser  $D = 82$  m folgt  $R_0 = 139$  m. Unter Berücksichtigung der Toleranz muss der Referenzmesspunkt damit in einem Abstand von  $R_0 = 111$  m bis  $R_0 = 167$  m angeordnet werden. Mit einem Abstand von  $R_0 = 115$  m vom Referenzmesspunkt bis zur WEA-Turmmittellinie wurde die Anforderung aus [1] erfüllt.

Mit dem Abstand zwischen Turmmittellinie und Rotorflanschmittelpunkt von  $R_T - R_f = 4,32$  m und dem vertikalen Höhenunterschied zwischen Referenzmesspunkt und Turmfundament von  $-0,5$  m ergibt sich bei einem Abstand zwischen Grenzflächenmikrofon und Turmachse von  $R_0 = 115$  m ein Einfallswinkel von  $\phi = 39,5^\circ$ , womit die Anforderungen  $25^\circ \leq \phi \leq 40^\circ$  nach [1] erfüllt sind.

Gemäß [1] bzw. [6] ist ein Anemometer in Gegenwindrichtung vor der WEA in einer Höhe zwischen 10 m und Nabenhöhe zu installieren. Der Abstand zur Rotorebene muss dabei zwischen  $2D$  und  $4D$  liegen.

Nach [6] kann:

„Der Standort des Messmastes, vornehmlich bei der Vermessung von Windenergieanlagen mit großer Nabenhöhe von der IEC 61400-11 bzw. von [1] abweichen.“

Im vorliegenden Fall wurde auf die mögliche Abweichung bei der Auswahl des Standort des Messmastes verzichtet. Der Messmast wurde in einem Abstand von ca. 170 m östlich von der WEA aufgestellt; die Anemometerhöhe betrug 12,0 m über Grund. Bedingt durch das Gelände betrug die Anemometerhöhe 11,5 m über der Fundamenthöhe der WEA.

Aus diesem Wert und der Nabenhöhe der Anlage ergibt sich nach [1] ein Winkel  $\beta$  zur Definition des erlaubten Bereiches für den Standort des Windmastes von ca.  $\beta = 31^\circ$ .

### 4.3 Verwendete Messgeräte

Die während den Messungen vor Ort bzw. zur Auswertung im Labor eingesetzten Messgeräte sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. Mess- und Auswertungsgeräte

Bezeichnung	Hersteller	Typ	Seriennummer
Präzisionsschallanalysator	Brüel & Kjaer	2260	2283373
Mikrofon	Brüel & Kjaer	4189	2275367
Kalibrator	Brüel & Kjaer	4231	2272105
Windschirm, primär	Brüel & Kjaer	UA0237	-
Windschirm, sekundär	Müller-BBM	-	-
Anemometer Windgeschwindigkeitsanzeiger Windrichtungsanzeiger	Lamprecht	00.14522.100060	710581.0042 710581.0041
Leistungsmessgerät	Yokogawa	WT 230	27D525051
Stromzangen	Amprobe Instrument	HT97	122090 XGS, 130175 XGS, 130214 XGS
Wetterstation	Reinhardt	CWS 7	1006147
Barometer	Brüel & Kjaer	UZ003	-
Thermometer	-	-	-
Notebook	Dell	LatitudeD600	-
Mobiles Messsystem	Müller-BBM Vibro-Akustik Systeme GmbH	PAK-Mobil MKII	-
Mess- und Auswertesoftware	Müller-BBM Vibro-Akustik Systeme GmbH	PAK	Version 5.2
Auswertesoftware	Müller-BBM	WEA_DaV	Version 1.2c

Der verwendete Präzisionsschallanalysator und das dazu gehörige Mikrofon sind geeicht.

Die akustische Messkette wurde vor den Messungen kalibriert. Die Kalibrierung wurde nach Abschluss der Messungen überprüft und bestätigt. Alle Mess- und Auswertegeräte werden in regelmäßigen Abständen in unserem eigenen Kalibrierlabor geprüft. Sie erfüllen die in [1] genannten Anforderungen an die Mess- und Auswertegeräte.

#### 4.4 Erfasste Messgrößen

Während den Messungen wurden folgende Messgrößen erfasst und von dem PAK-Mehrkanalmesssystem in digitaler Form als Funktion der Zeit gespeichert:

- Schalldruckpegel am Referenzmesspunkt (parallele Erfassung und Speicherung durch geeichten Schallanalysator)
- eigenes Anemometer: Windgeschwindigkeit und -richtung
- Anemometer der WEA: Windgeschwindigkeit
- von der WEA: erzeugte elektrische Leistung  $P_m$  und Drehzahl
- eigenes Leistungsmessgerät: erzeugte elektrische Leistung  $P_m$
- offizielle Leistungsvermessung: erzeugte elektrische Leistung  $P_m$

Ergänzend wurden der Luftdruck  $p$  und die Lufttemperatur  $T_K$  zu Beginn jeder Messreihe von einer Wetterstation abgelesen und dokumentiert.

Bei den Messungen mit dem eigenen Leistungsmessgerät konnten keine plausiblen Ergebnisse aufgezeichnet werden. Aus Zeitgründen wurde auf eine Problemanalyse verzichtet und die Leistungsdaten aus der User-Schnittstelle der WEA und von der offiziellen Leistungsmessung aufgezeichnet. Ein Vergleich der aufgezeichneten Leistungsdaten aus der User-Schnittstelle der WEA (10-Sekunden-Mittelwerte) und den Daten aus der offiziellen Leistungsvermessung (0,25-Sekunden-Mittelwerte) ergab eine sehr gute Übereinstimmung (vgl. z.B. Abbildung A 15).

Zur Auswertung wurden die Daten aus der User-Schnittstelle herangezogen.

#### 4.5 Ablauf der Messungen

Die Enercon E-82 wurde am Messtermin im Betrieb I mit einer Nennleistung von 2.000 kW betrieben. Die folgenden Messzeiten wurden bei Betrieb und bei Stillstand der WEA realisiert:

- WEA im Betrieb I mit einer Nennleistung von 2.000 kW  
120 Minuten;
- WEA im Stillstand, d. h. Fremdgeräusch  
60 Minuten.

Die folgende Tabelle 2 gibt einen Überblick über den zeitlichen Ablauf der Messungen und über die Witterungsbedingungen während den Messungen. Die angegebene

nen 10-Sekunden-Mittelwerte der Windgeschwindigkeit sind aus den Daten des eigenen Windmastes ermittelt worden.

Tabelle 2. Zusammenfassung der Messungen, die zur Auswertung herangezogen wurden, mit den zugehörigen Wetterbedingungen

Mess.-Nr.	Betriebsweise WEA	Uhrzeit	Wetterstation		Anemometer in 11 m Höhe					
			Temp. in °C	Luftdruck in hPa	Windrichtung in °			Windgeschw. in m/s		
					Min	Max	Mittel	Min	Max	Mittel
M_06	2.000 kW	11:42 - 12:12	9,3	994	86	134	107	5,0	13,0	9,1
M_07	2.000 kW	12:16 - 12:46	9,7	994	77	134	108	5,3	12,5	8,7
M_08	Stillstand	12:50 - 13:20	9,9	993	85	139	108	4,3	12,3	7,5
M_11	Stillstand	14:52 - 15:22	11,9	993	87	139	110	3,8	11,9	7,7
M_12	2.000 kW	15:30 - 16:00	11,3	993	82	150	111	3,3	9,7	6,4
M_13	2.000 kW	16:02 - 16:32	11,5	993	96	144	119	3,1	10,3	7,0

Die o. g. Messungen sind in den Abbildung A 7 bis A 16 im Anhang A ausführlich dokumentiert. Die von der Auswertung während der Messung ausgeschlossenen Zeitbereiche (Störgeräusche) sind grau hinterlegt. Ggfs. wurden bei der Auswertung im Labor weitere Störgeräusche ausgeschnitten.

Von Enercon wurden uns die Betriebsdaten der untersuchten WEA für den Zeitraum von 10:00 Uhr bis ca. 17:00 Uhr zur Verfügung gestellt. Diese Daten sind grafisch in der Abbildung B 11 im Anhang B dargestellt.

Tabelle 3. Anzahl der in den Messungen erfassten 10-Sekundenintervalle, die zur Auswertung verwendet wurden

Mess.-Nr.	Standardisierte Windklasse, m/s				
	6	7	8	9	10
<b>WEA Stillstand</b>					
M_08	39	48	41	18	--
M_11	17	30	38	19	--
<b>Summe</b>	<b>56</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>37</b>	<b>--</b>
<b>Betrieb I (2.000 kW)</b>					
M_06	--	59	105	--	--
M_07	7	31	130	--	--
M_12	57	61	30	--	--
M_13	18	80	19	--	--
<b>Summe</b>	<b>82</b>	<b>231</b>	<b>284</b>	<b>--</b>	<b>--</b>

Nach [1] sollen für die Auswertung in jeder Windgeschwindigkeitsklasse Messdaten mit einer Gesamt-Messzeit von 180 Sekunden ermittelt werden.

Wie die obige Tabelle 3 verdeutlicht, wurden bei den Messungen im Betrieb I in den Windklassen 6 bis 8 m/s eine nach [1] ausreichende Anzahl von 10-Sekunden-Mittelwerten ermittelt.

Bei der Fremdgeräuschmessung konnte in den Windklassen 6 bis 9 m/s eine nach [1] ausreichende Anzahl von Mittelwerten erfasst werden.

## 5 Auswertung und Ergebnisse zur Schallemission der WEA

Das wesentliche Ziel der Auswertung besteht darin, die Schallemission der WEA als Funktion der Windgeschwindigkeit zu beschreiben. Nach DIN EN 61400-11 ist dabei die sogenannte „standardisierte Windgeschwindigkeit  $V_S$ “ als Bezugsgröße zu verwenden. Dies ist die auf Referenzbedingungen (10 m Höhe und 0,05 m Rauigkeitslänge) umgerechnete Windgeschwindigkeit unter der Annahme eines logarithmischen Windprofils.

Nach [1] ist der messtechnisch erfasste Geschwindigkeitsbereich in Windklassen mit einer Klassenbreite von 1 m/s einzuteilen; diese Windklassen sind nicht überlappend und symmetrisch zu einem ganzzahligen Wert der Windgeschwindigkeit angeordnet. So umfasst z. B. die Windklasse 5 den Bereich von 4,51 m/s bis 5,49 m/s.

Der erste Schritt der Auswertung besteht darin, diese standardisierte Windgeschwindigkeit zu bestimmen, die dann im Weiteren mit den anderen Messgrößen zu korrelieren ist.

### 5.1 Messung der Windgeschwindigkeit

Nach [1] soll die Windgeschwindigkeit entweder

1. aus der Leistungsabgabe und der Leistungskurve der WEA oder
2. aus einer Messung mit einem Anemometer

bestimmt werden.

Das Verfahren 1 ist obligatorisch für Messungen im Rahmen einer Zertifizierung bzw. Deklaration der Geräuschemissionswerte.

Für die Fremdgeräuschmessungen bei Stillstand der WEA wird die Windgeschwindigkeit aus den Messwerten des Anemometers bestimmt.

In den folgenden Kapiteln werden die beiden Messverfahren dargestellt.

### 5.1.1 Ermittlung der standardisierten Windgeschwindigkeit aus der gemessenen elektrischen Leistung

Die Bestimmung der standardisierten Windgeschwindigkeit  $V_S$  bei Betrieb der WEA wird nach dem gemäß [1] vorzuziehenden Verfahren aus der gemessenen elektrischen Leistung der WEA und der Leistungskurve der WEA durchgeführt. Die Leistungskurve der WEA gibt die Beziehung zwischen der Windgeschwindigkeit  $V_Z$  in der Höhe des Rotormittelpunktes und der von der WEA erzeugten elektrischen Leistung  $P_n$  bei atmosphärischen Normbedingungen von 15°C und 101,3 kPa wieder. Die Leistungskurve erhielten wir mit [7] von dem Anlagenhersteller Enercon. Es handelt sich bei der zur Verfügung gestellten Leistungskurve um eine berechnete und somit vorläufige Leistungskurve; zum Zeitpunkt der Prüfberichtserstellung lag keine offizielle Leistungsvermessung vor. Die berechnete Leistungskurve ist grafisch und tabellarisch in der Abbildung C 1 im Anhang C dargestellt. Zur weiteren Auswertung wird die Leistungskurve durch eine Linearisierung zwischen den einzelnen Datenpunkten angenähert. Diese Linearisierung ist Abbildung C 2 im Anhang C dargestellt.

Da es sich bei der untersuchten WEA um eine aktive Pitch-geregelte Anlage handelt, ist bei der Auswertung keine Korrektur der gemessenen elektrischen Leistung  $P_m$  auf die atmosphärischen Normbedingungen notwendig. Stattdessen wird nach [1] für die normierte Leistung  $P_n$  die gemessene Leistung verwendet:

$$P_n = P_m \quad (1)$$

Für Anlagen mit aktiver Leistungsregelung muss die aus der Leistungskurve ermittelte Windgeschwindigkeit  $V_D$  nach Gleichung 5 aus [1] auf die Normalklimabedingungen korrigiert werden.

$$V_H = V_D \cdot \left( \frac{p_{ref} \cdot T_k}{p \cdot T_{ref}} \right)^{\frac{1}{3}} \text{ in m/s} \quad (2)$$

Dabei ist

$V_H$  normierte Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe in m/s;

$V_D$  Windgeschwindigkeit aus Leistungskurve abgeleitet in m/s;

$T_{ref}$  = 288 K, die Temperatur bei Normbedingungen;

$T_k$  die gemessene Temperatur in K;

$p$  der gemessene Luftdruck in kPa;

$p_{ref}$  = 101,3 kPa, der Luftdruck bei Normbedingungen.

Mit den Wetterdaten während der Messung ergibt sich:

$$V_H = V_D \cdot 0,996.$$

Die Windgeschwindigkeit  $V_Z$  in Nabenhöhe, die man für  $P_n$  aus der Leistungskurve erhält, ist nach [1] mit der folgenden Beziehung auf die normierte Windgeschwindigkeit  $V_S$  umzurechnen:

$$V_S = V_Z \cdot \left[ \ln \left( \frac{z_{ref}}{z_{0ref}} \right) \cdot \ln \left( \frac{H}{z_0} \right) \right] : \left[ \ln \left( \frac{H}{z_{0ref}} \right) \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) \right] \text{ in m/s} \quad (3)$$

Dabei ist:

- $V_s$  die auf 10 m Höhe standardisierte Windgeschwindigkeit;
- $V_z$  die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe; in diesem Fall, die auf Normalklimabedingungen korrigierte, aus der Leistungskurve abgeleitete Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe  $V_H$ .
- $z_{ref}$  die Referenzhöhe 10 m;
- $z_{0,ref}$  die Referenzrauhigkeitslänge 0,05 m;
- $H$  die Nabenhöhe, hier  $H = 98,3$  m über Grund;
- $z$  die Höhe des Anemometers, hier  $z = H$
- $z_0$  die Rauigkeitslänge am Messort, hier  $z_0 = 0,05$  m;

Für die hier vorliegende Geometrie der WEA ergibt sich

$$V_s = V_z \cdot 0,70.$$

Die Umrechnungen von  $V_D$  über  $V_H$  zu  $V_s$  ergeben insgesamt folgende Beziehung:

$$V_s = V_D \cdot \approx 0,7 \text{ (abhängig von der Temperatur).}$$

Unter Verwendung der Umrechnungsfaktoren für die normierte Windgeschwindigkeit und die normierte Leistung erhält man ein Polynom, das den Zusammenhang zwischen der gemessenen elektrischen Leistung  $P_m$  und der standardisierten Windgeschwindigkeit  $V_s$  beschreibt.

Die entsprechenden Korrekturen wurden bei der Auswertung berücksichtigt.

### 5.1.2 Ermittlung der standardisierten Windgeschwindigkeit aus den Messungen mit dem Anemometer

Bei der Bestimmung der Windgeschwindigkeit bei den Fremdgeräuschmessungen und unter Umständen auch bei der WEA-Geräuschmessung sollen nach [1] die Ergebnisse aus der Windmessung mit dem eigenen Anemometer verwendet werden.

Entsprechend dem in Abschnitt 5.1.1 beschriebenen Verfahren wurden die mit dem eigenen Anemometer ( $z = 12,5$  m über Grund) erfassten Winddaten  $V_z$  nach Gleichung (3) in die standardisierte Windgeschwindigkeit  $V_s$  umgerechnet.

$$V_s = V_z \cdot 0,96.$$

## 5.2 Äquivalente Dauerschalldruckpegel bei Betrieb der WEA

Basierend auf [1] und [6] soll das Geräuschverhalten einer Windenergieanlage bei Emissionsmessungen im Bereich der standardisierten Windgeschwindigkeit zwischen 6 m/s und 10 m/s erfasst und dokumentiert werden.

Die Nennleistung einer WEA wird nach [6] als die Auslegungsnennleistung der leistungsoptimierten WEA definiert; im vorliegenden Fall entspricht die Nennleistung 2.000 kW, d.h. 95 % der Nennleistung werden bei 1.900 kW erreicht.

Nach [6] sind die Messdaten oberhalb von 95 % der Nennleistung zu korrigieren, falls 95 % der Nennleistung unterhalb der standardisierten Windklasse von 10 m/s erreicht wird. Für diese Korrektur ist nach [6] zwingend die Gondelanemometermethode nach IEC 61400 Ed. 2 vorgeschrieben. Hierbei wird aus allen Messdaten, die zwischen 5% und 95% der WEA-Nennleistung liegen, eine lineare Regression zwischen der mit dem Gondelanemometer erfassten Windgeschwindigkeit  $V_n$  und der aus der elektrischen Leistung der WEA bestimmten Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe  $V_H$  durchgeführt. Mit der ermittelten Regression werden die Daten des Gondelanemometers  $V_n$ , die über 95% der Nennleistung liegen, korrigiert.

Die zur Berechnung der Regression verwendeten Wertepaare der aus der elektrischen Leistung der WEA bestimmten Windgeschwindigkeit  $V_H$  und der mit dem Gondelanemometer erfassten Windgeschwindigkeit  $V_n$  sind in Abbildung B 1 im Anhang B dargestellt.

In der Abbildung B 2 sind die für die Auswertung der untersuchten WEA verwendeten Messdaten in der Übersicht dargestellt. In der Darstellung der ermittelten Schall- druckpegel über der standardisierten Windgeschwindigkeit (in der Grafik unten links) sind die direkt gemessenen und dann zeitlich über eine Dauer von 10 Sekunden gemittelten Schall- druckpegel abgebildet. Alle dargestellten Schall- druckpegel wurden zur Berechnung der Regression verwendet.

In der Tabelle 4 auf Seite 15 ist der aus den Messungen ermittelte Zusammenhang zwischen der standardisierten Windgeschwindigkeit und der elektrischen Leistung der WEA dargestellt.

Die Ergebnisse in Tabelle 4 verdeutlichen, dass am Messtag während des Nenn- betriebs der WEA eine elektrische Leistung von ca. 1.940 kW in der standardisierten Windklasse von 8 m/s erreicht wurde. Die 95% Leistung der WEA von 1.900 kW wird bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von ca. 7,7 m/s erreicht.

## 5.3 Äquivalente Dauerschalldruckpegel bei Stillstand der WEA

Bei Stillstand der WEA wird die standardisierte Windgeschwindigkeit aus den Mess- werten des eigenen Anemometers ermittelt. Ansonsten erfolgt die Auswertung bei Stillstand der WEA auf die gleiche Art wie diejenige bei Betrieb der WEA. In der Tabelle 4 auf Seite 15 sind die Ergebnisse der Auswertung bei Stillstand der WEA zusammengestellt. Sie beschreiben das windinduzierte Fremdgeräusch und nicht auszublendendes Störgeräusch an dem Referenzmesspunkt.

#### 5.4 Fremdgeräuschkorrigierte äquivalente Dauerschalldruckpegel

Zur Bestimmung der Schalldruckpegel, die alleine von der WEA erzeugt werden, sind – gemäß Abschnitt 5.2 von [1] – die Messergebnisse bei Betrieb der WEA mit den Messergebnissen bei Stillstand zu korrigieren.

Diese Fremdgeräuschkorrektur liefert die Werte  $L_S$  für die allein von der WEA am Referenzmesspunkt erzeugten energieäquivalenten Dauerschalldruckpegel.

Wenn die äquivalenten Dauerschalldruckpegel des Fremdgeräusches  $L_n$  bei den Messungen mehr als 6 dB unter den Pegeln  $L_{S+n}$  der WEA einschließlich Fremdgeräusch liegen, erfolgt die Korrektur bezüglich des Fremdgeräusches nach Gleichung (6) aus [1].

Nach [1] dürfen für die Auswertung des WEA-Geräusches nur Schalldruckpegel herangezogen werden, die um mindestens 6 dB über dem Fremdgeräusch liegen. Dies ist bei den hier durchgeführten Messungen in den Windklassen 6 m/s bis 9 m/s der Fall.

In Tabelle 4 sind die entsprechenden Werte zusammengestellt.

#### 5.5 Schalleistungspegel der WEA als Funktion der standardisierten Windgeschwindigkeit

Gemäß [1] wird der Schalleistungspegel  $L_{WA,k}$  der WEA aus dem fremdgeräuschkorrigierten Schalldruckpegel  $L_{Aeq,c,k}$  am Referenzmesspunkt nach der folgenden Beziehung berechnet:

$$L_{WA,k} = L_{Aeq,c,k} - 6 + 10 \lg \left( \frac{4 \pi R_1^2}{S_0} \right) \text{ in dB(A)} \quad (4)$$

Dabei ist:

- $L_{Aeq,c,k}$  der unter Referenzbedingungen gemessene, bezüglich des Fremdgeräusches korrigierte, A-bewertete Schalldruckpegel bei den ganzzahligen Windgeschwindigkeitswerten; entspricht nach [1]  $L_S$  in der Tabelle 4
- $R_1$  der diagonale Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon;  $R_1$  setzt sich zusammen aus dem Abstand des Rotorflanschmittelpunkts zur Turmmittelachse, dem Abstand von der Turmmittelachse zum Referenzmesspunkt, und dem vertikalen Abstand von dem Referenzmesspunkt zum Rotorflanschmittelpunkt
- $S_0$  die Bezugsfläche  $S_0 = 1 \text{ m}^2$ .

Mit den folgenden Abmessungen/Höhenangaben

- 0 m vertikaler Abstand zwischen Referenzmesspunkt und WEA-Fundament
- 4,32 m Abstand zwischen Rotorflanschmittelpunkt und Turmmittelachse [7]
- 115,8 m horizontaler Abstand vom Mikrofon zum Turmfuß, siehe Abschnitt 4.2
- 7,5 m Turmfußdurchmesser

ergibt sich für den diagonalen Abstand vom Rotormittelpunkt zum Mikrofon der Wert von

$$R_1 = 154,9 \text{ m}$$

und für den Zusammenhang zwischen  $L_{WA}$  und  $L_{Aeq,c,k}$  die Beziehung

$$L_{WA} = L_{Aeq,c,k} + 48,8 \text{ dB(A)}.$$

Hiermit berechnen sich für den Betrieb der WEA die in Tabelle 4 zusammengestellten Schalleistungspegel  $L_{WA,k}$ .

Tabelle 4. Zusammenfassende Darstellung der Auswertung

Wind- klasse $V_s$ in m/s	Normierte Leistung $P_n$ in kW	Drehzahl in $\text{min}^{-1}$ **	WEA- und Fremdgeräusch ( $L_{S+n}$ ) $L_{Aeq}$ in dB(A)	Fremd- geräusch ( $L_n$ ) $L_{Aeq}$ in dB(A)	korr. Pegel ( $L_s$ ) $L_{Aeq,c,k}$ in dB(A)	Schalleist- ungspegel $L_{WA,k}$ in dB(A)
<b>Betriebszustand: 2.000 kW (Betrieb I)</b>						
6	1029,7	14,0	52,3	42,7	51,8	100,6
7	1617,4	17,0	54,6	43,1	54,3	103,1
8	1939,6	18,1	54,9	43,6	54,6	103,4
7,7*	1900	18,0	54,9	43,6	54,6	103,4

\* Windgeschwindigkeit bei 95% Nennleistung

\*\* Daten aus den eigenen Messungen entnommen (vgl. Abbildungen im Anhang A)

Die Daten in der Tabelle 4 wurden aus den nach [6] geforderten Regressionsanalysen, nämlich:

- Regression vierten Grades für WEA-Geräusch bei Pitch-Anlagen
- Lineare Regression für das Fremdgeräusch

ermittelt.

Die einzelnen Datenpunkte für den Betrieb I und die berechneten Regressionsanalysen sind in der Abbildung B 3 im Anhang B dargestellt. Die Schalldruckpegel, die bei mehr als 95% der Nennleistung ermittelt wurden, sind wie in [6] gefordert in der Darstellung gekennzeichnet.

Aus der Abbildung B 3 wird deutlich, dass in der standardisierten Windklasse  $V_s = 9 \text{ m/s}$  für den WEA-Betrieb keine Messwerte vorliegen.

## 5.6 Schalleistungspegel der WEA

Wie schon in Abschnitt 5.2 beschrieben, ist das Geräuschverhalten einer Windenergieanlage bei Emissionsmessungen im Bereich der standardisierten Windgeschwindigkeit zwischen 6 m/s und 10 m/s zu erfassen.

Im vorliegenden Fall konnten an der untersuchten WEA Schallleistungspegel nur in den Windklassen 6 bis maximal 8 m/s ermittelt werden. Innerhalb dieser Windklassen konnte jedoch die maximale Betriebsleistung erfasst werden.

Basierend auf den durchgeführten Messungen und Auswertungen ergibt sich für die untersuchte WEA im Betrieb I mit 2.000 kW ein maximaler Schallleistungspegel von

$$L_{WA} = 103,4 \text{ dB(A)}.$$

In der Abbildung B 4 ist das dazugehörige Spektrum des Schallleistungspegels in Terzbandbreite von 50 Hz bis 10000 Hz dargestellt. Die Schallleistungspegel in Oktavbandbreite sind tabellarisch neben dem Terzspektrum angegeben.

## 5.7 Ton- und Impulshaltigkeit der WEA-Geräusche

### 5.7.1 Tonhaltigkeit

Nach [1] sind zur Bestimmung der Tonhaltigkeit jeweils 12 Schmalband-Spektren des WEA-Geräusches über eine Dauer von jeweils 10 Sekunden auszuwerten. Für jede Windgeschwindigkeitsklasse sind jeweils die beiden 1-Minuten-Mittelwerte, die am nächsten bei dem ganzzahligen Windgeschwindigkeitswert liegen zu analysieren. Die Tonhaltigkeitsanalyse ist für denselben Windgeschwindigkeitsbereich wie die Messungen zur Schallleistungsbestimmung durchzuführen.

Da im vorliegenden Fall 10-Sekunden-Mittelwerte zur Bestimmung des Schallleistungspegels verwendet wurden, sind nicht die beiden 1-Minuten-Mittelwerte, sondern zwölf 10-Sekunden-Mittelwerte zur Bestimmung der Tonhaltigkeit in jeder Windklasse verwendet worden.

Nach [2] sind zur Bestimmung der Tonhaltigkeit jeweils 12 Schmalband-Spektren über eine Dauer von jeweils 10 Sekunden auszuwerten. Aus diesen 12 Spektren wird dann die Höhe des Tonzuschlages als arithmetisches Mittel aus den 12 Einzelwerten bestimmt.

Die ausgewerteten Spektren sind in Abbildungen B 5 bis Abbildung B 10 im Anhang B dargestellt. Aufgrund der vorliegenden Messdaten wurde die Tonhaltigkeitsauswertung für die Windklassen 6 bis 8 m/s durchgeführt.

Die Auswertung ergab, dass die WEA-Geräusche nicht tonhaltig sind, was auch dem subjektiven Eindruck vor Ort entspricht.

### 5.7.2 Impulshaltigkeit

Nach [6] kann auf die Auswertung der Impulshaltigkeit verzichtet werden, wenn subjektiv keine Geräusche mit impulshaltigen Anteilen wahrgenommen werden konnten. Dies war bei der untersuchten WEA der Fall, so dass auf eine Auswertung der Impulshaltigkeit verzichtet wurde.

### 5.8 Ergebnis: Immissionswirksamer Schalleistungspegel

Die Auswertung der Ton- und Impulshaltigkeit ergab, dass

- ein Zuschlag für tonhaltige Geräuschimmissionen nicht erforderlich ist
- ein Impulzzuschlag nicht gerechtfertigt ist.

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Bestimmung der Ton- bzw. Impulshaltigkeit aufgeführt.

Tabelle 5. Ton- und Impulzzuschlag für den Betrieb I

Windklasse $V_s$ in m/s	Leistung $P_n$ in kW	Schalleistungspegel $L_{WA}$ in dB(A)	Tonzuschlag $K_{TN}$ in dB	Impulzzuschlag $K_{IN}$ in dB
6	1029,7	100,6	0	0
7	1617,4	103,1	0	0
8	1939,6	103,4	0	0

Damit beträgt der immissionswirksame maximale Schalleistungspegel der WEA bei einer standardisierten Windgeschwindigkeit von 8 m/s

$$L_{WA} = 103,4 \text{ dB(A)}.$$

### 5.9 Hinweis zur Rechengenauigkeit und zur Rundung

In diesem Prüfbericht werden alle Endergebnisse für Pegelgrößen unter Berücksichtigung der Rundungsvorschriften in DIN 1333, Blatt 2 (Febr. 1972) auf ganzzahlige dB bzw. auf eine Nachkommastelle gerundet angegeben. Alle Berechnungen werden jedoch beim Rechnen von Hand mit einer Stelle hinter dem Komma und bei EDV-Berechnungen mit der vollen Rechengenauigkeit des verwendeten Rechenprogramms durchgeführt. Zwischenergebnisse werden mit einer Stelle hinter dem Komma angegeben. Hierdurch ist sichergestellt, dass im Rahmen von Berechnungen keine zusätzlichen Rundungsfehler entstehen.

## 6 Messunsicherheit

### 6.1 Standorteinflüsse

Die Standorteinflüsse für die Geräuschmessungen im Bereich der Bodenplatte werden aufgrund des direkten Einflussbereiches der WEA und aufgrund des Abstandes zum nächstgelegenen Bewuchses als „sehr gering“ eingeschätzt.

### 6.2 Messunsicherheit Typ A und B

Die Messunsicherheit für den windgeschwindigkeitsabhängigen Schalleistungspegel der WEA wird nach Anhang D von [1] wie folgt berechnet:

- Messunsicherheit  $U_A$  für die Messwerte  $L_{Aeq}$  bei Betrieb der WEA: Wie aus den durchgeführten Auswertungen (vgl. z. B. Abbildung B 2 im Anhang B) deutlich wird, ergeben sich geringe Abweichungen zwischen den Messwerten und der Regressionsanalyse. Aufgrund dieser Abweichung und der unter Abschnitt 6.1 genannten Gründe wird für die Messunsicherheit  $U_A$  ein konservativer Wert von  $U_A = 0,3$  dB angesetzt.
- Die Messunsicherheiten  $U_{B1}$  bis  $U_{B9}$  werden gemäß Tabelle D.1 in [1] mit den dort genannten typischen Werten angesetzt:
  - Kalibrierung  $U_{B1} = 0,2$  dB
  - Messgerät  $U_{B2} = 0,2$  dB
  - Schallharte Platte  $U_{B3} = 0,3$  dB
  - Messabstand  $U_{B4} = 0,1$  dB
  - Impedanz  $U_{B5} = 0,1$  dB
  - Turbulenz  $U_{B6} = 0,4$  dB
  - Windgeschwindigkeit  $U_{B7} = 0,2$  dB (aus WEA-Leistung berechnet)
  - Richtung  $U_{B8} = 0,3$  dB
  - Fremdgeräusch  $U_{B9} = 0,3$  dB (vgl. Tabelle 4).

### 6.3 Gesamtunsicherheit

Für die kombinierte Gesamtmessunsicherheit  $U_c$  gilt nach [1]:

$$U_c = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + \dots + U_{B9}^2}$$

Damit ergeben sich für die Schalleistungspegel  $L_{WA}$  eine Gesamtmessunsicherheit von  $U_c = 0,8$  dB.

## 7 Zitierte Unterlagen

- [1] DIN EN 61400-11: Windenergieanlagen. Teil 11: Schallmessverfahren. November 2003
- [2] DIN 45681: Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen. März 2005
- [3] DIN 45645-1: Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen. Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft. Juli 1996
- [4] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998, GMBI 1998, Nr. 26, S. 503
- [5] DIN ISO 9613-2: Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren. Entwurf September 1997
- [6] Fördergesellschaft Windenergie e.V: Technische Richtlinien für Windenergieanlagen (FGW-Richtlinie) , Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Revision 16, Stand 01.07.2005
- [7] Enercon GmbH:  
E-Mails von Abteilung Site Assessment mit Herstellerbescheinigung, Leistungskennlinie für den Betrieb I bei 2.000 kW, Auszug aus den Minutenmittelwerten der Anlage für den 2000 kW Betrieb der WEA Enercon E-82; Aurich, März und April 2006.
- [8] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen: Materialien Nr. 63: Windenergieanlagen und Immissionsschutz, Essen 2002
- [9] Länderausschluss für Immissionsschutz (LAI): Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen. Empfehlung aus der 109. Sitzung vom 8. bis 9. März 2005 in Magdeburg.
- [10] FGW-Arbeitskreis Geräusche: Entwurf: Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen. Empfehlungen des Arbeitskreises. 15.04.2004

## **Anhang A**

### **Lageplan und Fotodokumentation**

### **Dokumentation der Messung und Auswertung**

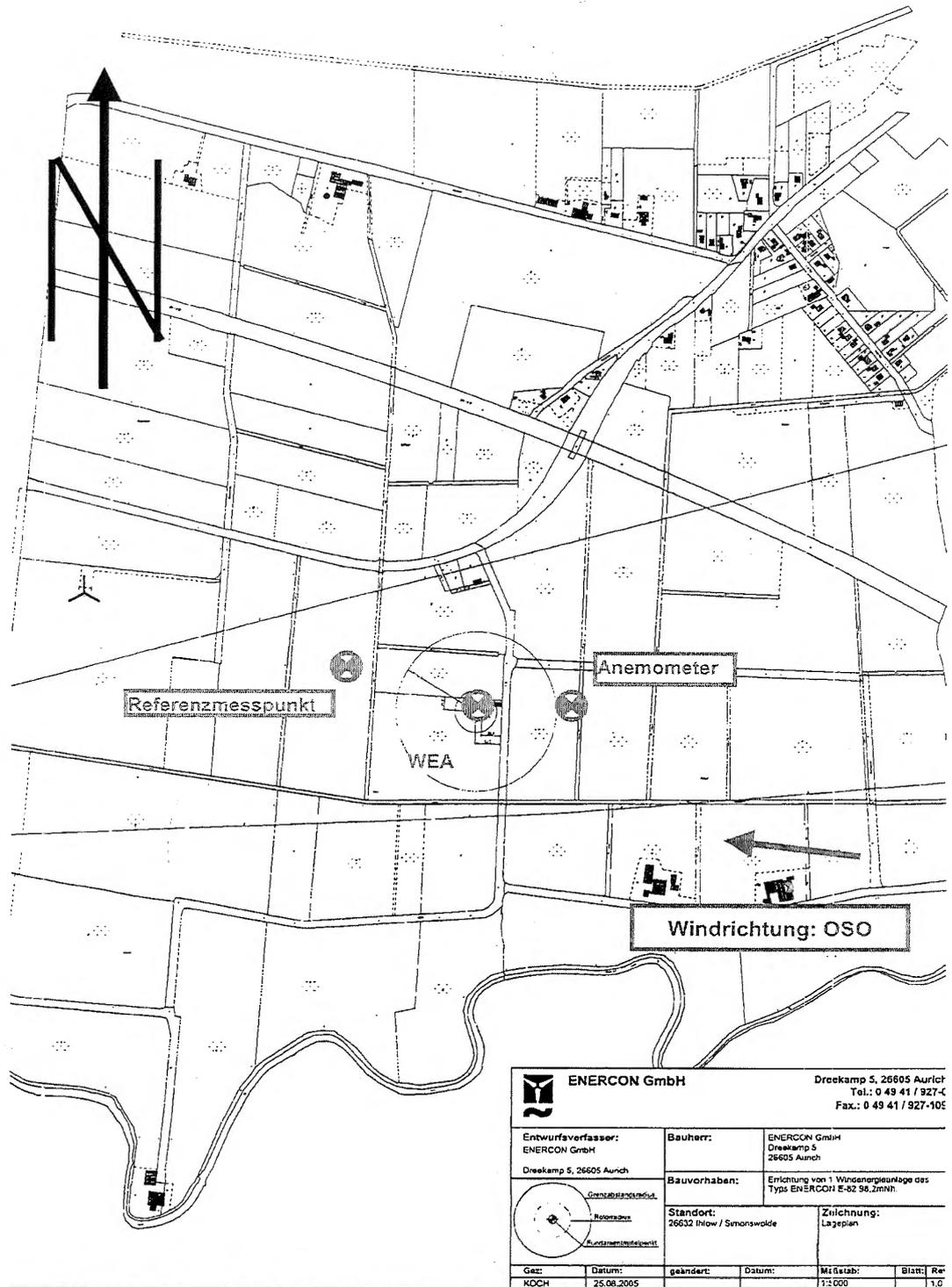


Abbildung A 1. Lageplan der WEA und der Messpunkte (Plan nicht zur Maßentnahme geeignet)

\ISgdc01\orjperson\hkm\656333\01\_PBe\_3d\_65333.doc:21.04.2006

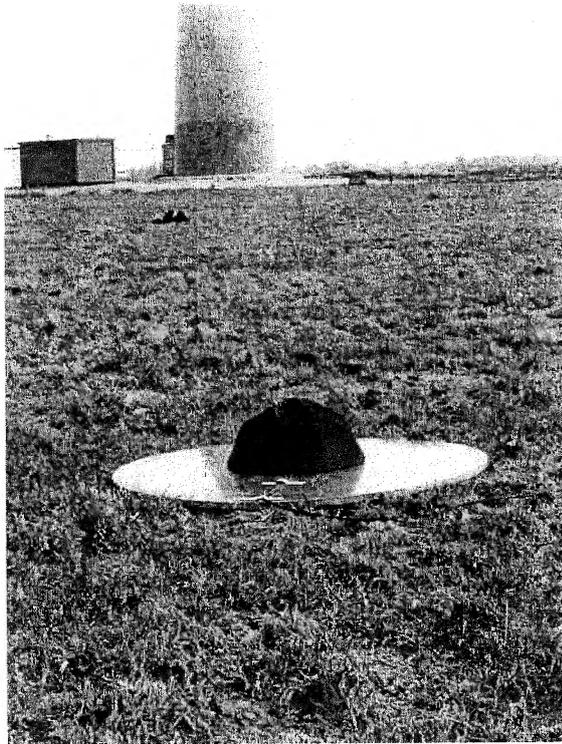


Abbildung A 2. Blick vom Grenzflächenmikrofon zur WEA

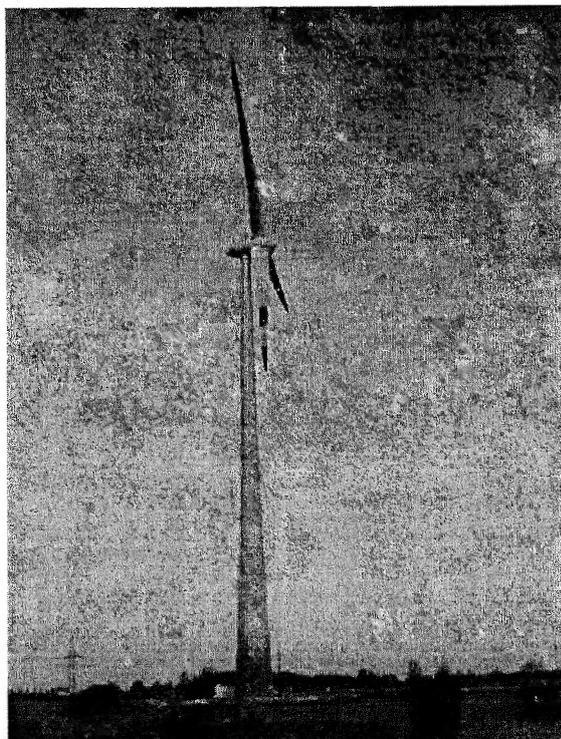


Abbildung A 3. Seitenansicht WEA

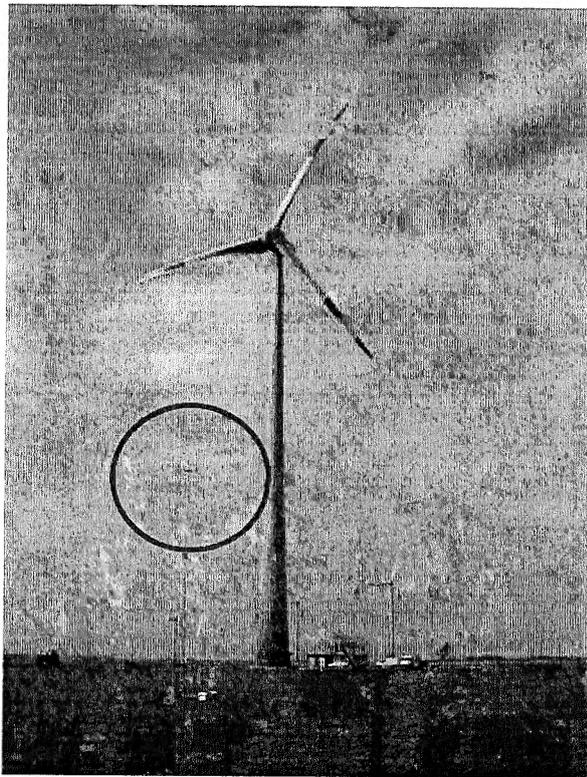


Abbildung A 4. Blick vom Windmesspunkt zur WEA

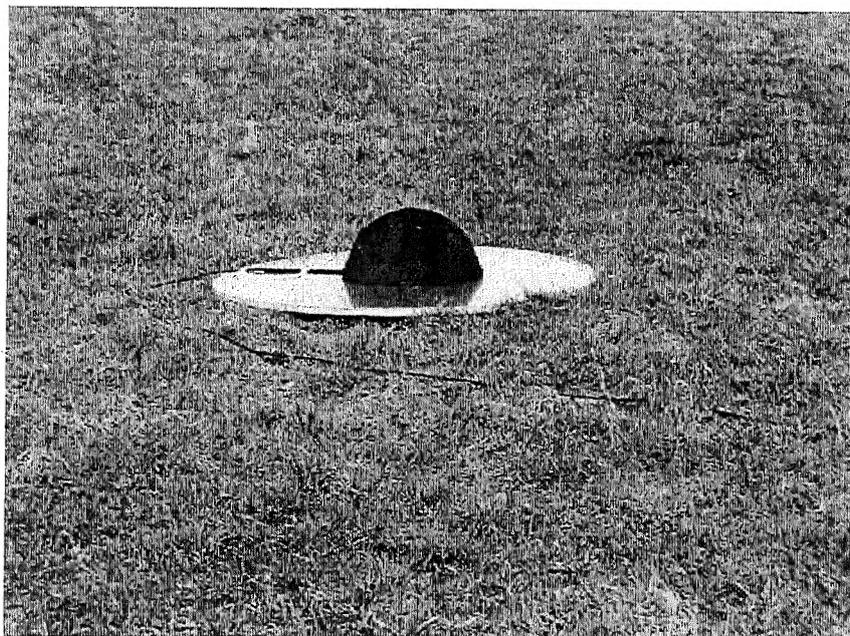


Abbildung A 5. Verwendetes Grenzflächenmikrofon mit Umgebung (Grünfläche)

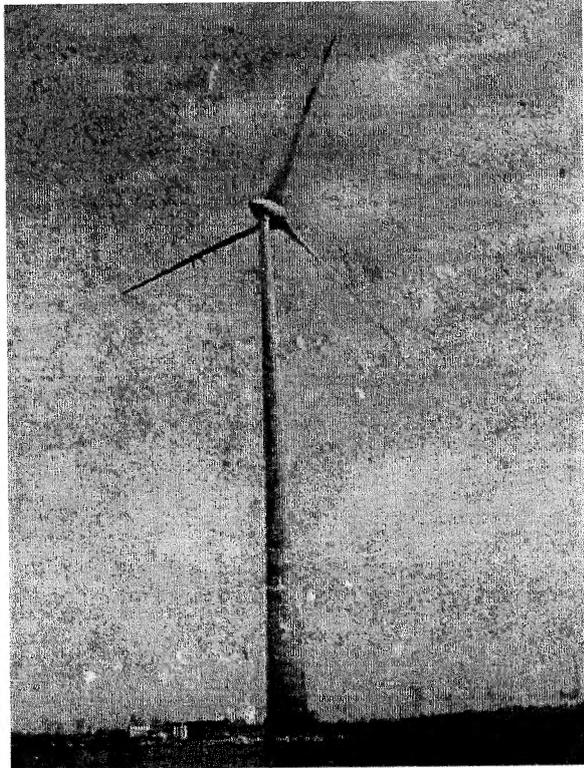


Abbildung A 6. Blick von Südwesten auf die WEA

Messung m\_06 24.03.2006 11:42 Uhr

M65333 Simonswolde Serien-Nr.: 82001  
 ENERCON E-82 Betriebszustand: 2.000 kW  
 Betrieb I

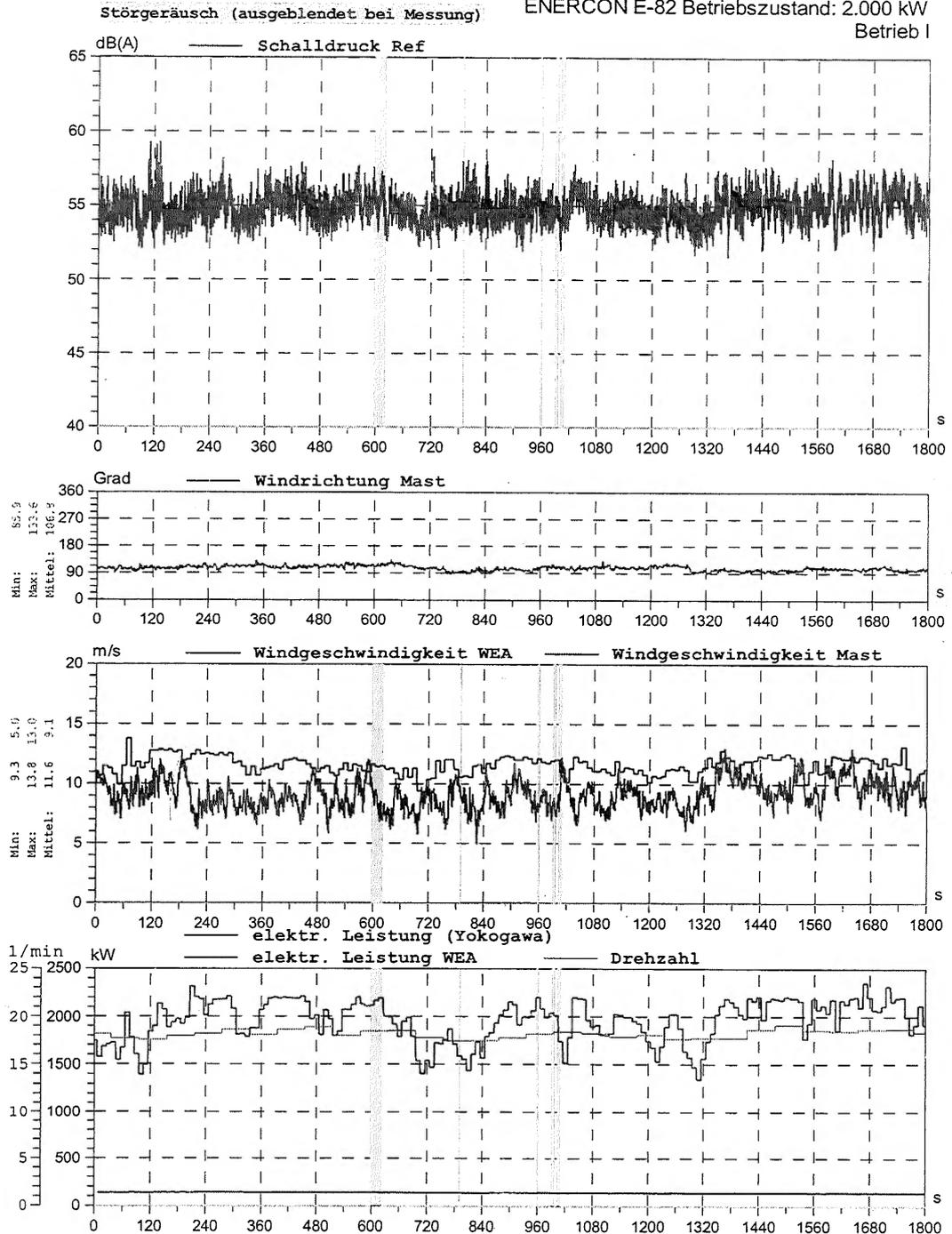


Abbildung A 7. Darstellung aller relevanten Messgrößen der Messung m\_06

Messung m\_06 24.03.2006 11:42 Uhr  
 Störgeräusch (ausgeblendet bei Messung)

M65333 Simonswolde Serien-Nr.: 82001  
 ENERCON E-82 Betriebszustand: 2.000 kW  
 Betrieb I

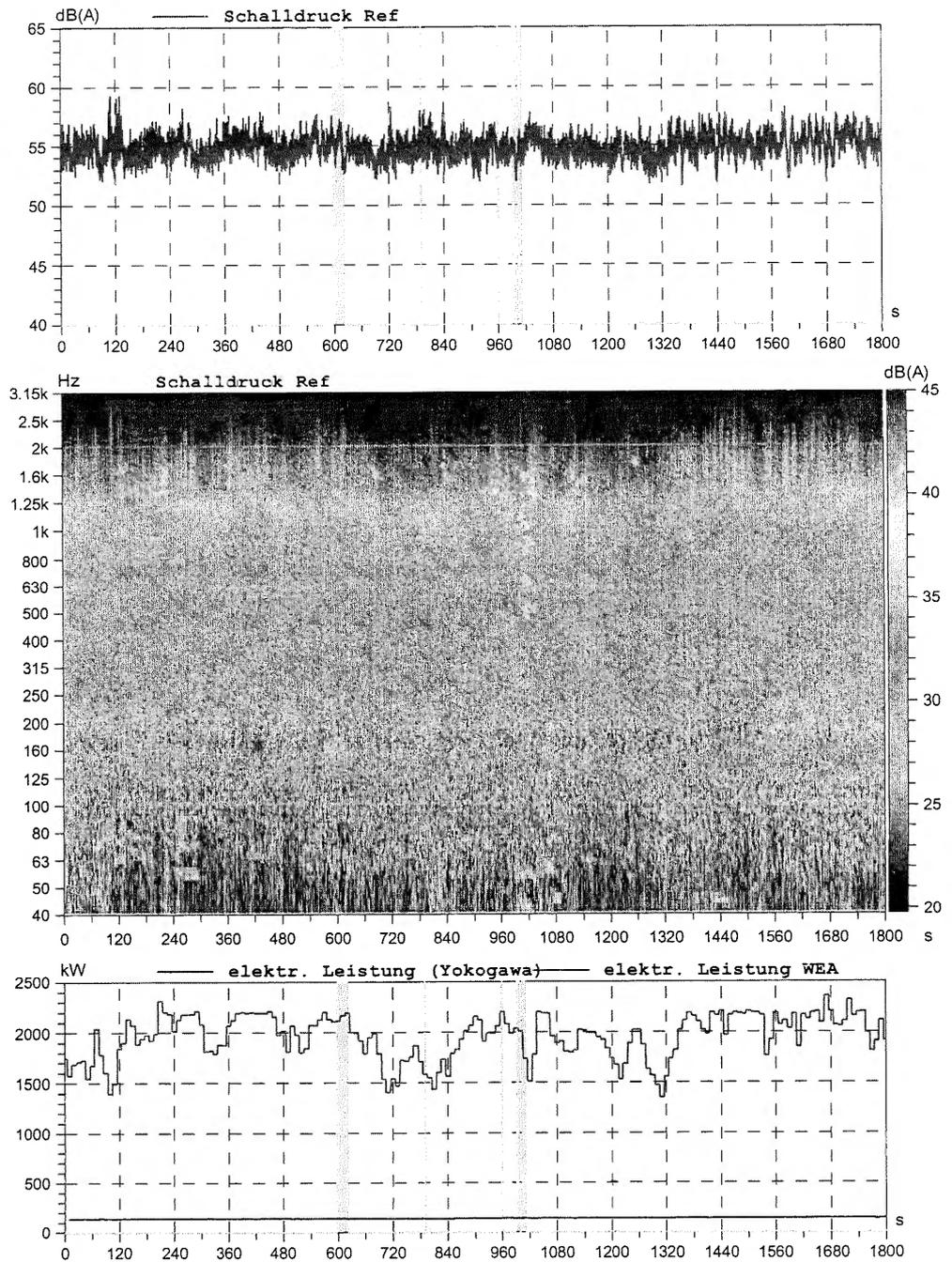


Abbildung A 8. Darstellung Campbell-Diagramm der Messung m\_06

\\sgdc01\p\person\hkm\65333\01\_PBe\_3d\_65333.doc:21.04.2006

Messung m\_07 24.03.2006 12:16 Uhr

M65333 Simonswolde Serien-Nr.: 82001

Störgeräusch (ausgeblendet bei Messung)

ENERCON E-82 Betriebszustand: 2.000 kW

Betrieb I

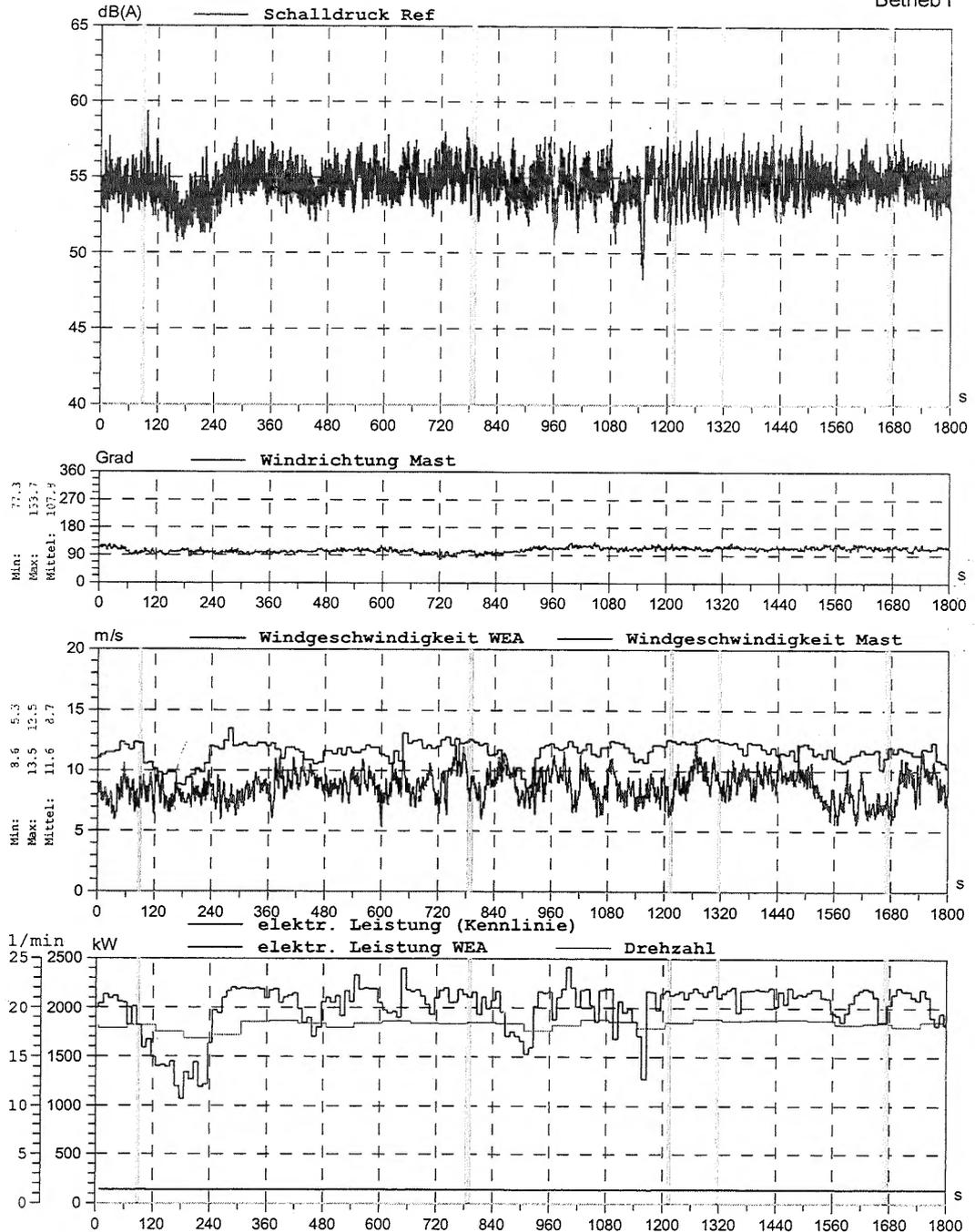


Abbildung A 9. Darstellung aller relevanten Messgrößen der Messung m\_07

Messung m\_07 24.03.2006 12:16 Uhr  
 Störgeräusch (ausgeblendet bei Messung)

M65333 Simonswolde Serien-Nr.: 82001  
 ENERCON E-82 Betriebszustand: 2.000 kW  
 Betrieb I

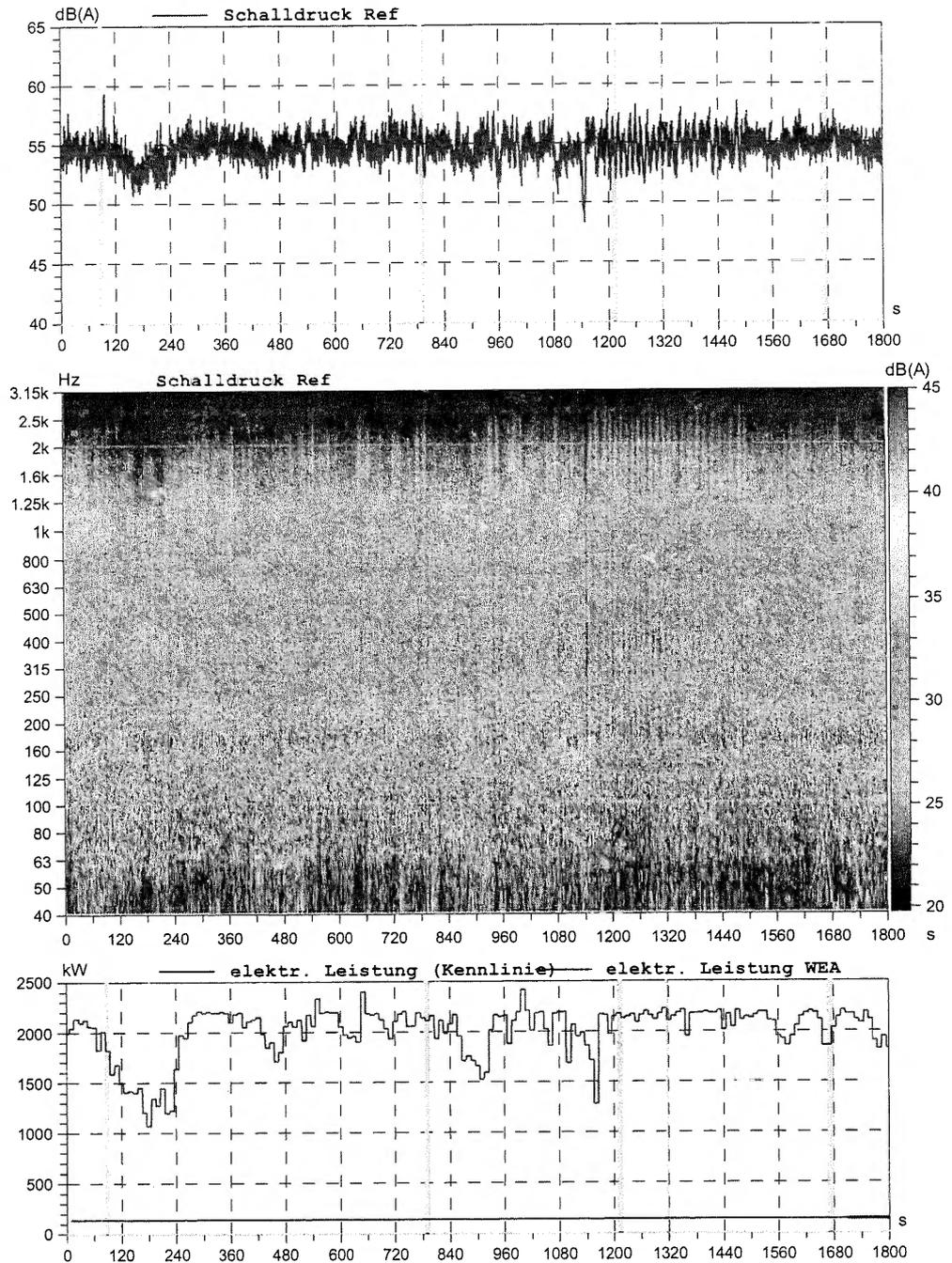


Abbildung A 10. Darstellung Campbell-Diagramm der Messung m\_07

\\Sgdc01\priperson\hkm\65333\01\_FBe\_3d\_65333.doc:21.04.2006

Messung m\_08 24.03.2006 12:50 Uhr

M65333 Simonswolde Serien-Nr.: 82001

Störgeräusch (ausgeblendet bei Messung)

ENERCON E-82 Betriebszustand: 0 kW

Stillstand

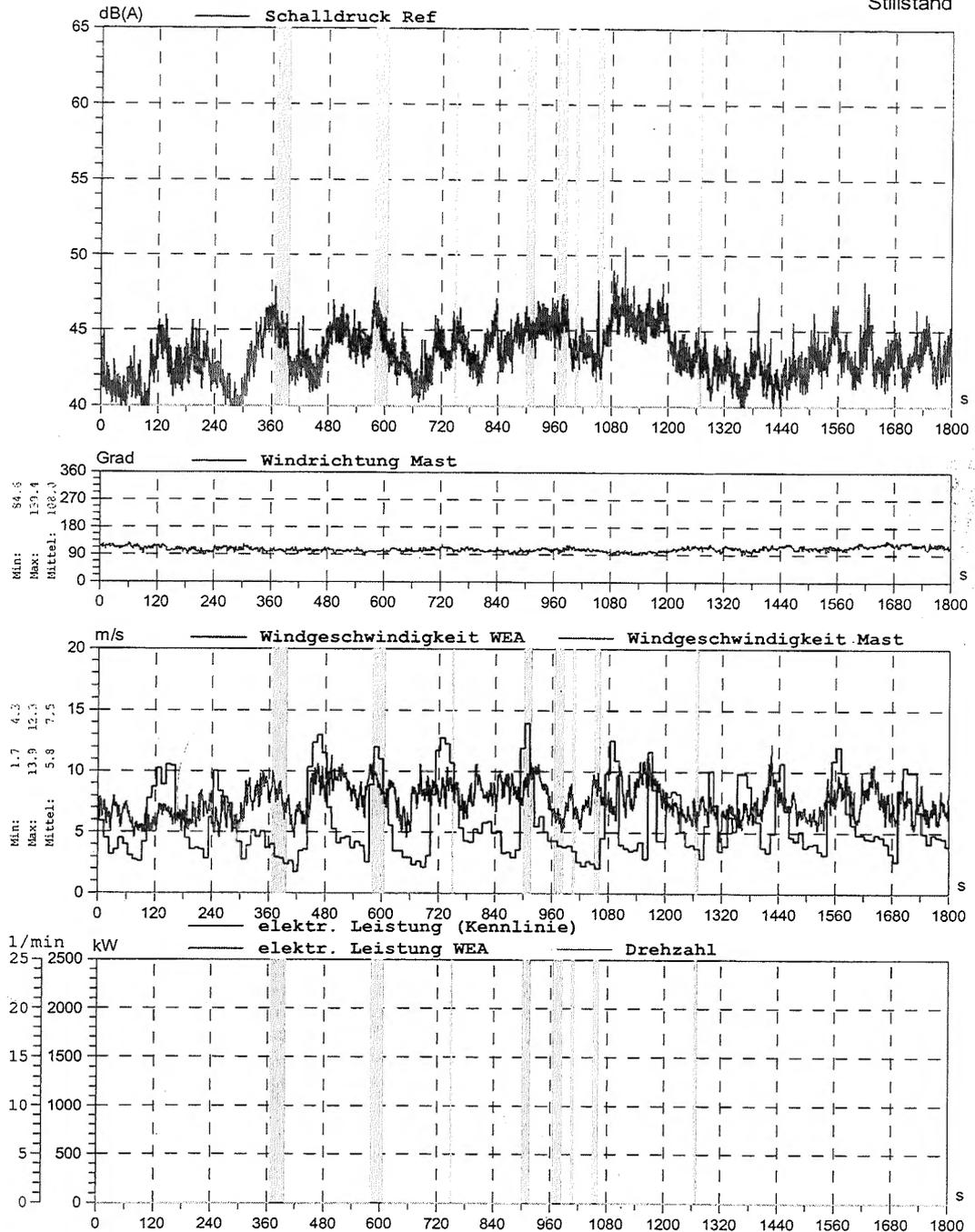


Abbildung A 11. Darstellung aller relevanten Messgrößen der Messung m\_08

Messung\_m\_11 24.02.2006 14:58 Uhr  
 Störgeräusch (ausgeblendet bei Messung)

ENERCON E-82 Betriebszustand: 0 kW  
 Stillstand

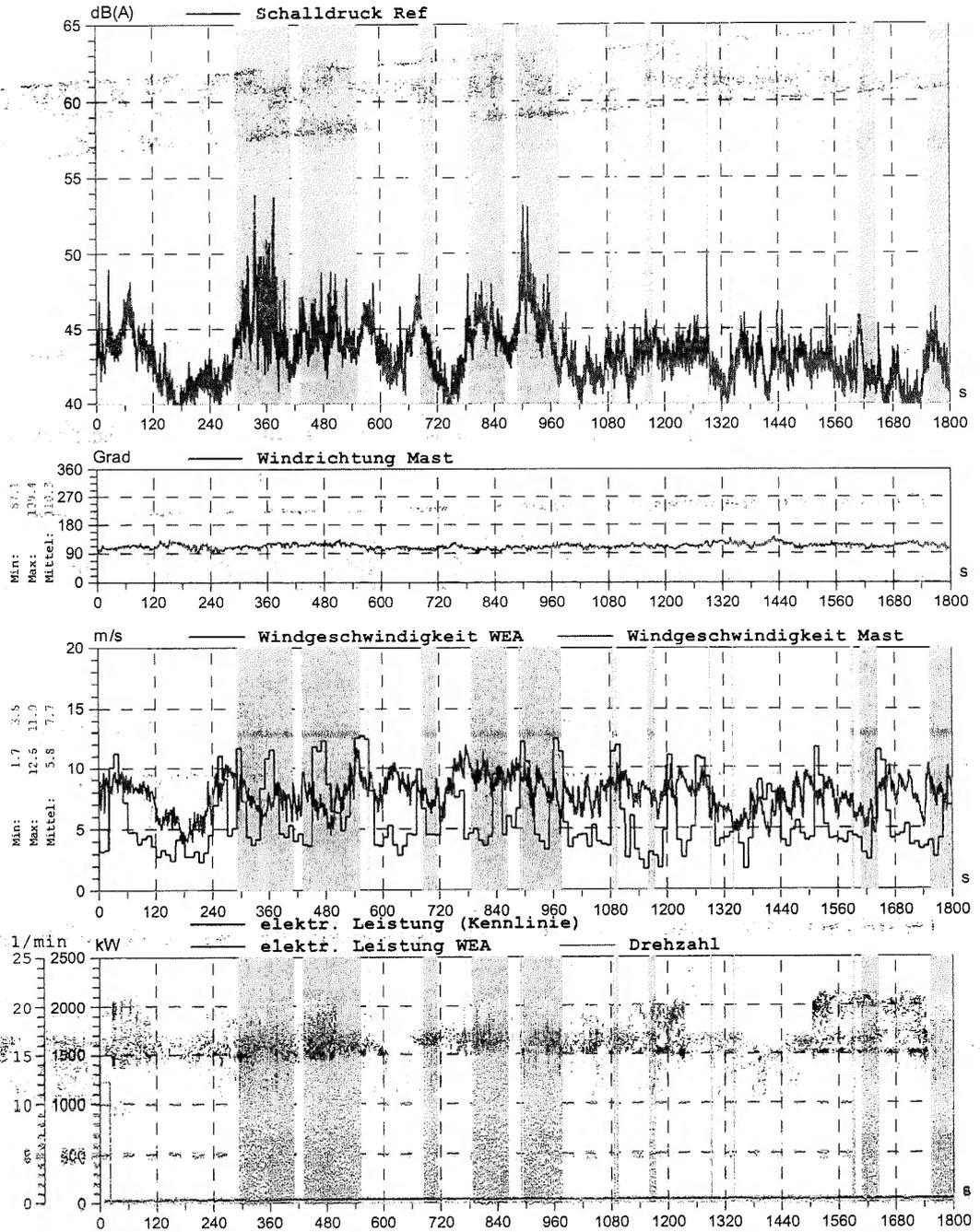


Abbildung A 12. Darstellung aller relevanten Messgrößen der Messung m\_11

\\sgdc01\p\pers\hkm\65\653301\_PBe\_3d\_653333.doc:27.04. 2006

Messung m\_12 24.03.2006 15:30 Uhr

M65333 Simonswolde Serien-Nr.: 82001

Störgeräusch (ausgeblendet bei Messung)

ENERCON E-82 Betriebszustand: 2.000 kW

Betrieb I

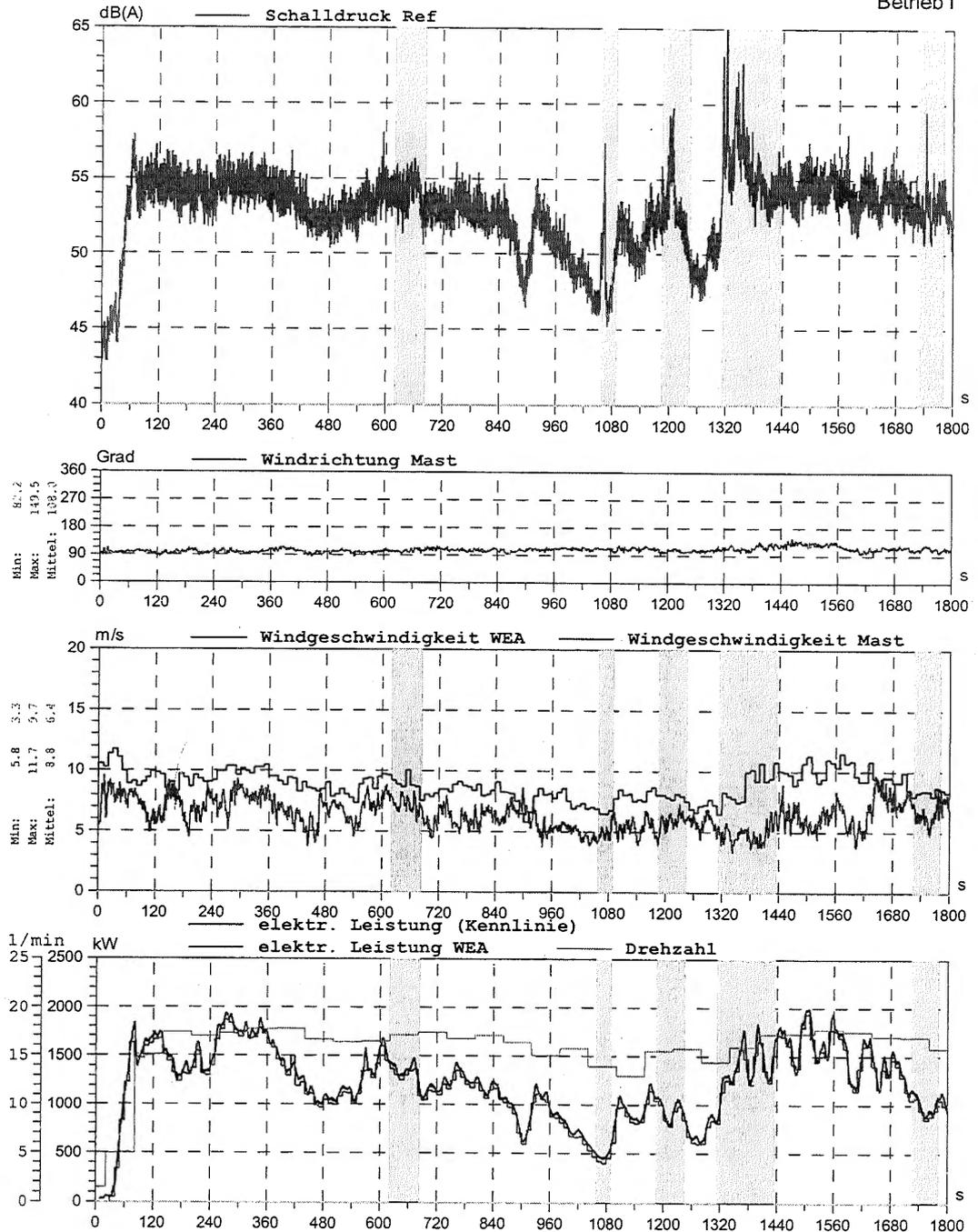


Abbildung A 13. Darstellung aller relevanten Messgrößen der Messung m\_12

Messung m\_12 24.03.2006 15:30 Uhr

M65333 Simonswolde Serien-Nr.: 82001

Störgeräusch (ausgeblendet bei Messung)

ENERCON E-82 Betriebszustand: 2.000 kW

Betrieb I

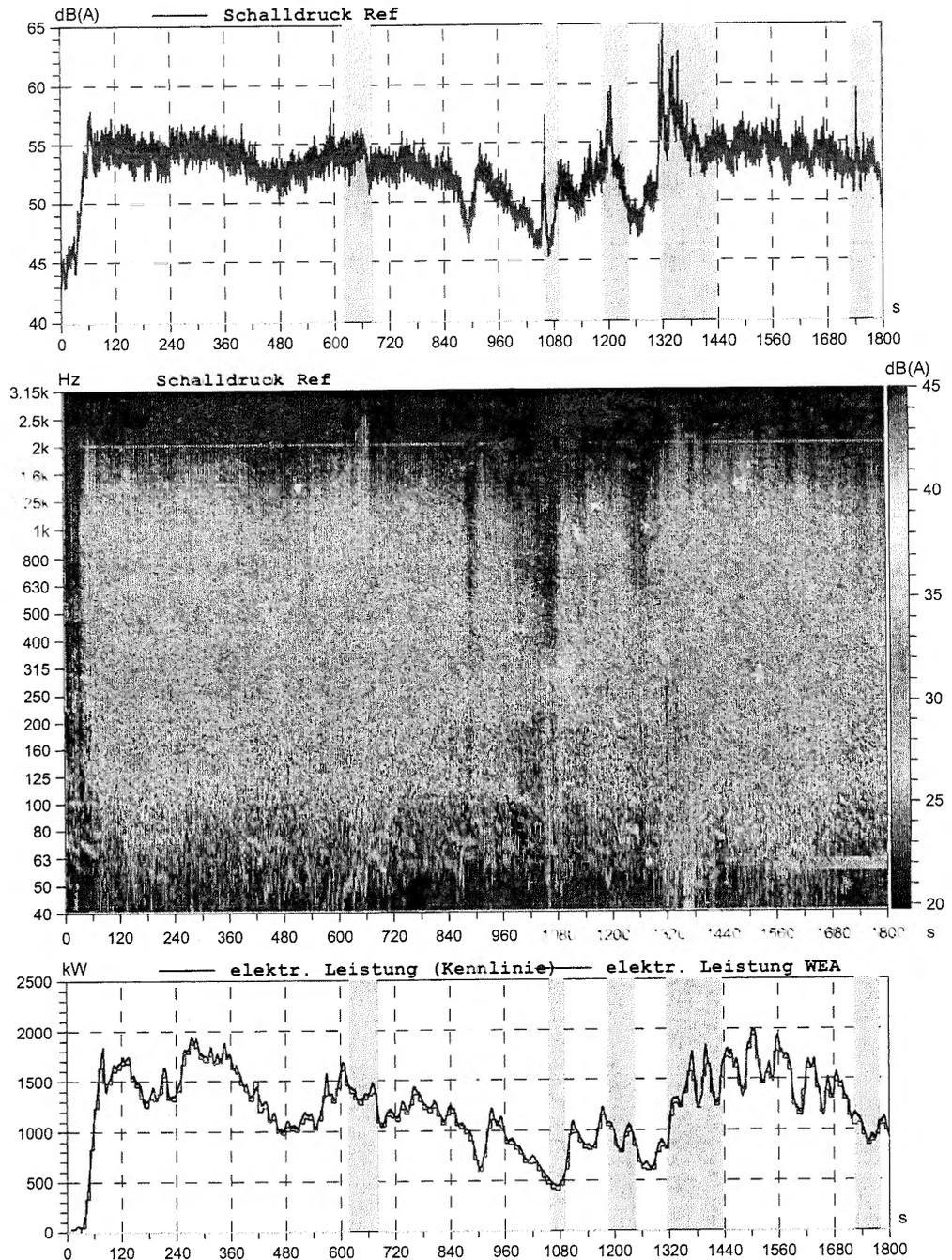


Abbildung A 14. Darstellung Campbell-Diagramm der Messung m\_12

\\Sgac01\prj\person\hkm\65333\01\_PBe\_3d\_65333.doc:21.04.2006

Messung\_m\_13 24.03.2006 16:02 Uhr

M65333 Simonswolde Serien-Nr.: 82001

Störgeräusch (ausgeblendet bei Messung)

ENERCON E-82 Betriebszustand: 2.000 kW

Betrieb I

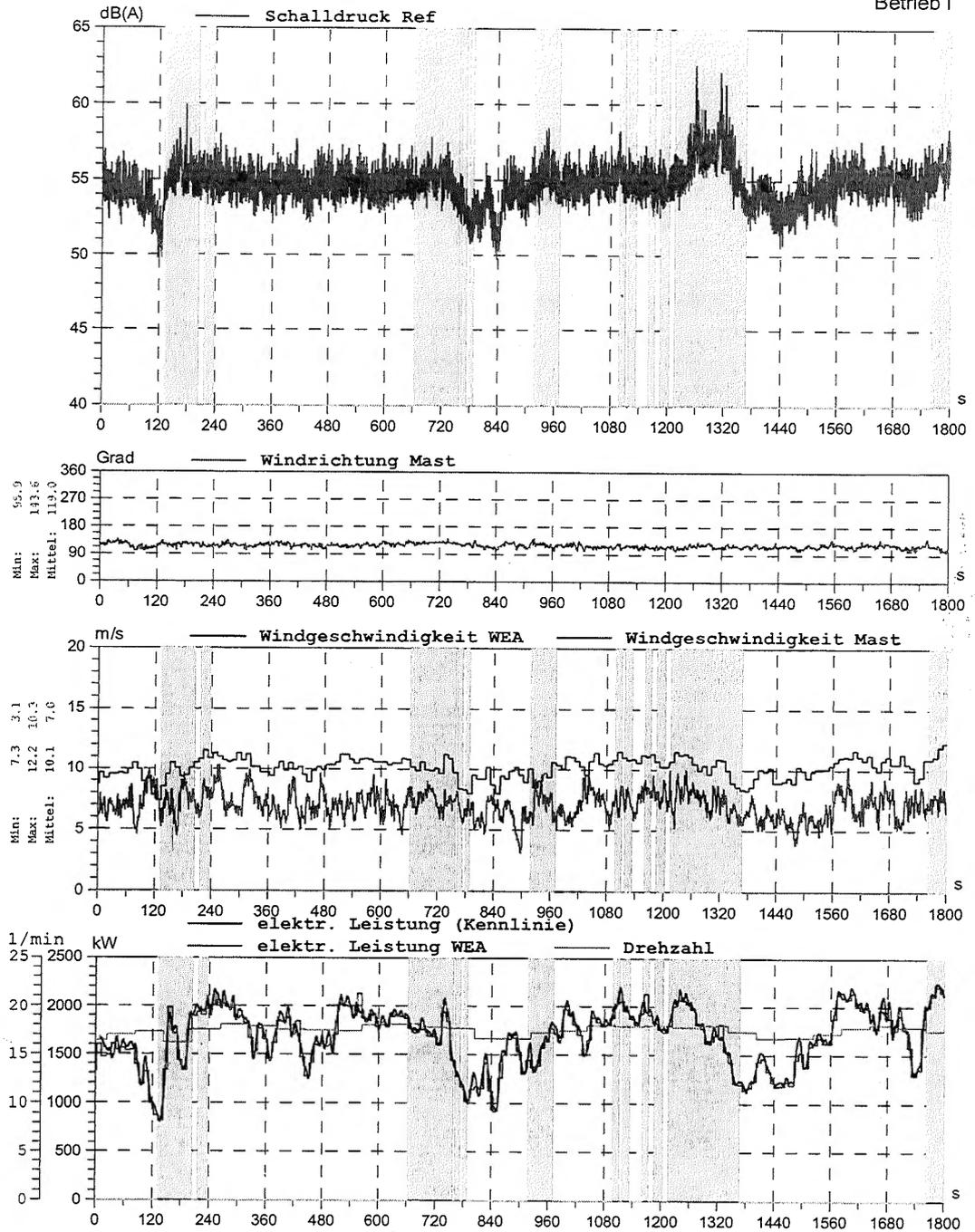


Abbildung A 15. Darstellung aller relevanten Messgrößen der Messung m\_13

Messung m\_13 24.03.2006 16:02 Uhr

M65333 Simonswolde Serien-Nr.: 82001  
ENERCON E-82 Betriebszustand: 2.000 kW  
Betrieb I

Störgeräusch (ausgeblendet bei Messung)

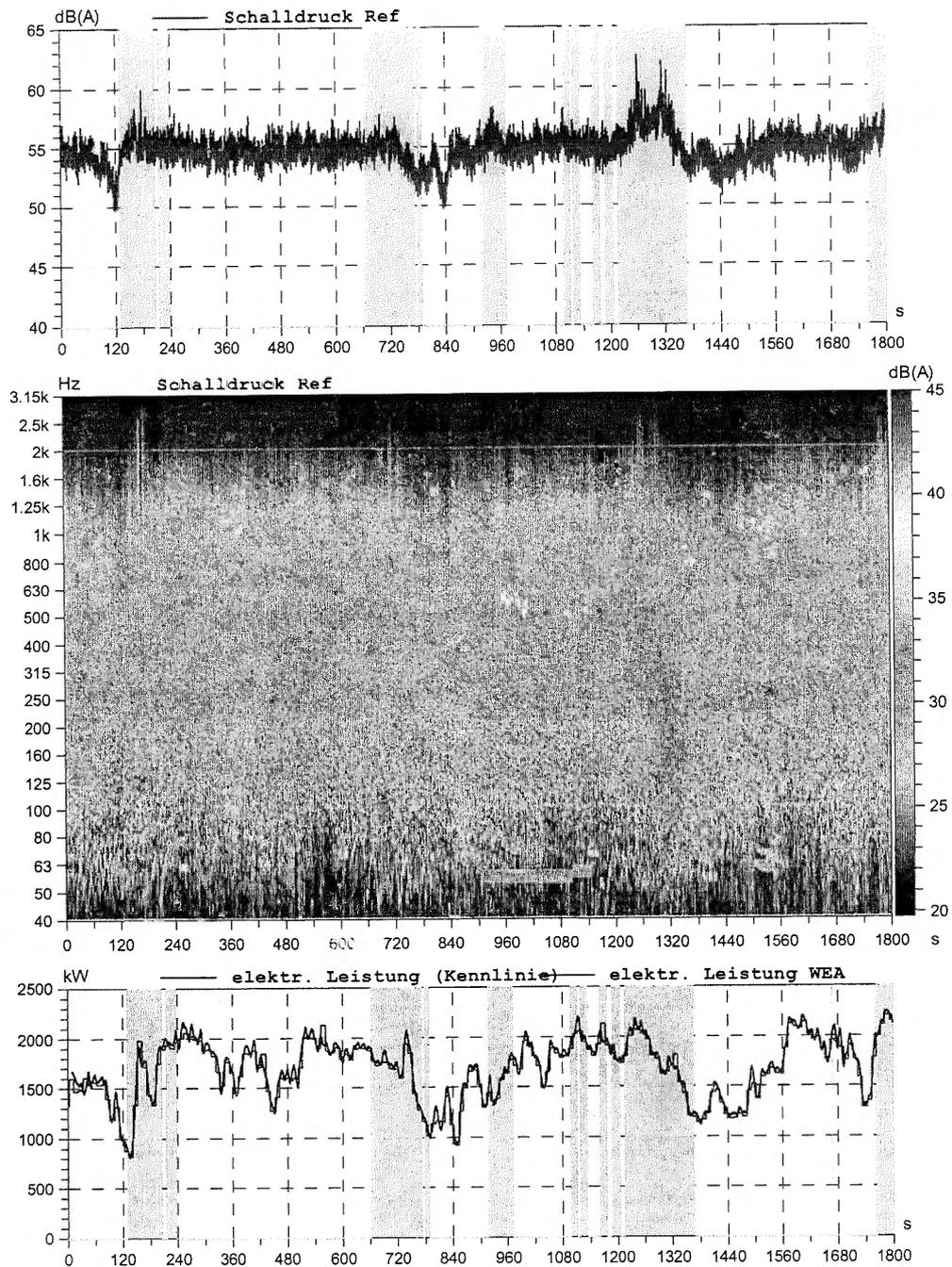


Abbildung A 16. Darstellung Campbell-Diagramm der Messung m\_13

I:\sgdc01\priperson\hkm\65333\01\_PBe\_3d\_65333.doc:21.04.2006

MÜLLER-BBM

**Anhang B**  
**Ergebnisse der Auswertung**

M65 333/1 hkm/khl  
21. April 2006

Anhang B Seite 1

WEA-Typ: ENERCON E-82 82001  
WEA-Standort: Simonswoide  
Messdatum: 24.03.2006  
Betriebszustand: 2.000 kW (Betrieb I)

Wertepaare zur Bestimmung der Regression zwischen  $V_H$  und  $V_n$  (Gondelanemometermethode)

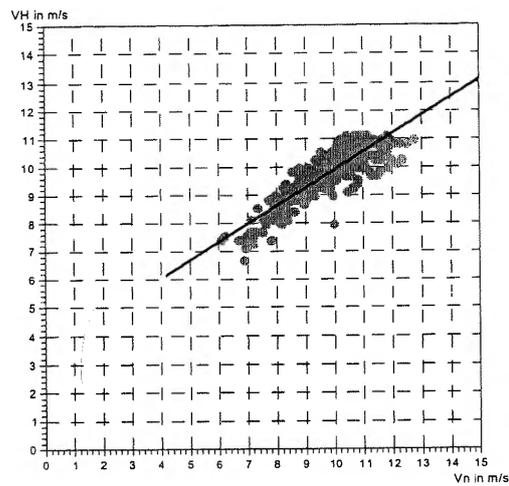


Abbildung B 1. Erfasste Wertepaare zur Bestimmung der Regression zwischen  $V_H$  und  $V_n$

# MÜLLER-BBM

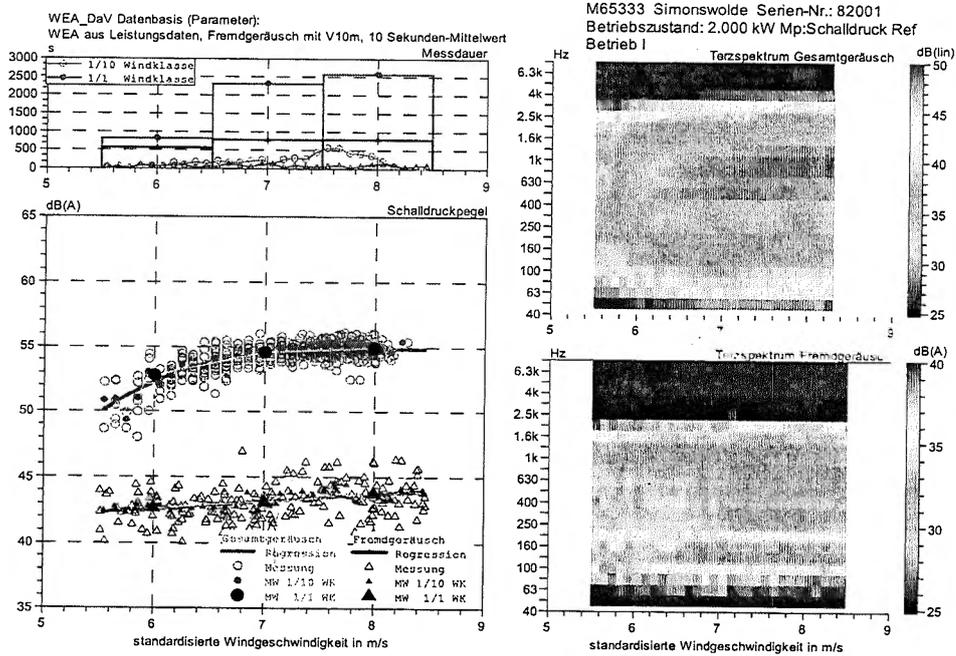


Abbildung B 2. Zusammenfassung der für die Auswertung benutzten Messdaten für den WEA-Betrieb am Referenzmesspunkt, Mittelwerte und Regressionen

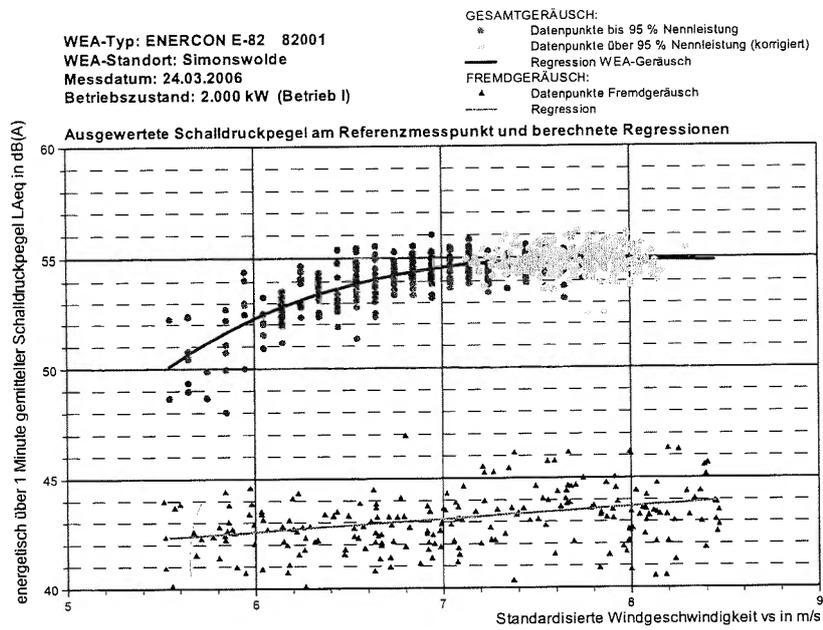


Abbildung B 3. Schalldruckpegel bei Betrieb I über der standardisierten Windgeschwindigkeit und berechnete Regressionen für den Referenzmesspunkt

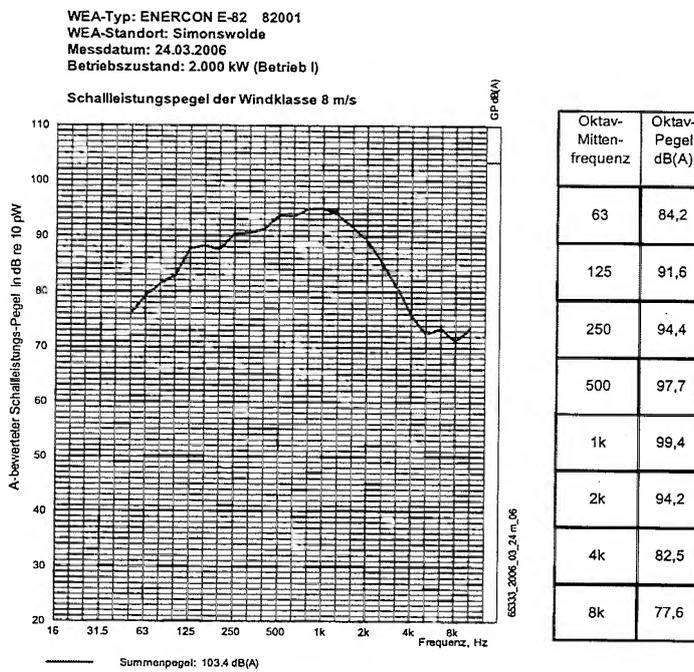


Abbildung B 4. Schalleistungspegel 2.000 kW Betrieb I in Terzbandbreite (Abbildung) und in Oktavbandbreite (tabellarisch)

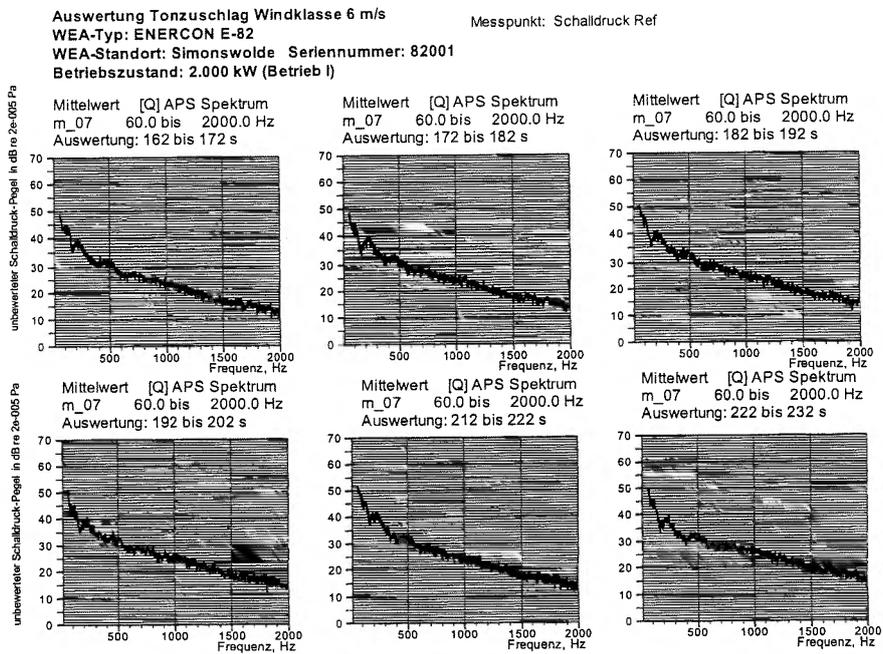


Abbildung B 5. Schmalbandspektren ( $\Delta f = 2$  Hz) des 2.000 kW Betriebsgeräusches bei der standardisierten Windgeschwindigkeit von 6 m/s

Auswertung Tonzuschlag Windklasse 6 m/s  
 WEA-Typ: ENERCON E-82  
 WEA-Standort: Simonswolde Seriennummer: 82001  
 Betriebszustand: 2.000 kW (Betrieb I) Messpunkt: Schalldruck Ref

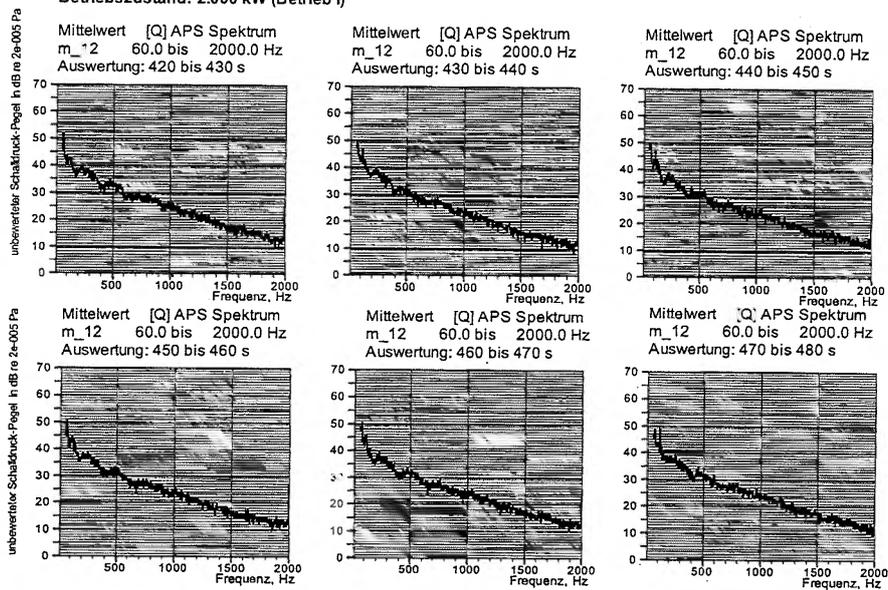


Abbildung B 6. Schmalbandspektren ( $\Delta f = 2$  Hz) des 2.000 kW Betriebsgeräusches bei der standardisierten Windgeschwindigkeit von 6 m/s

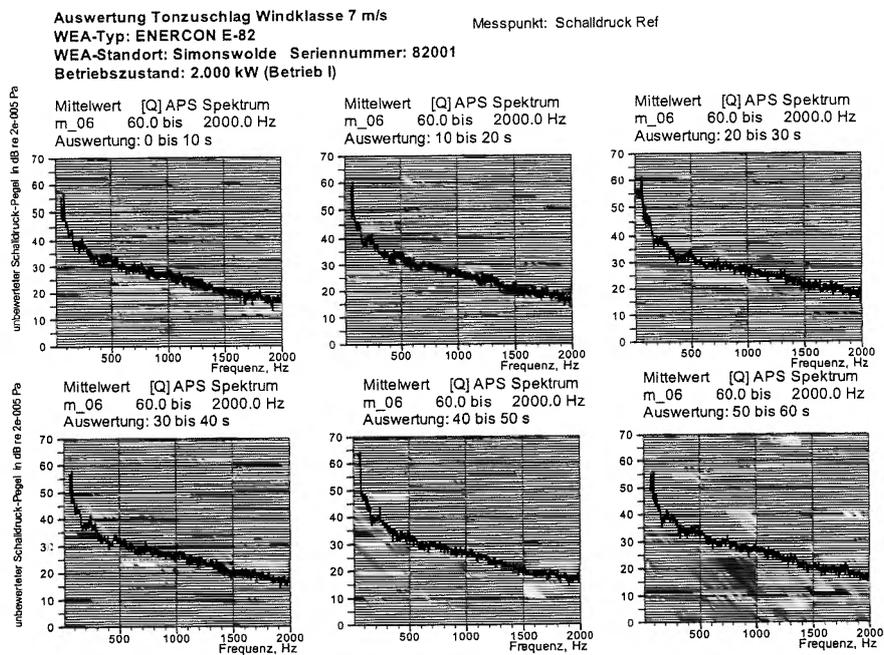


Abbildung B 7. Schmalbandspektren ( $\Delta f = 2$  Hz) des 2.000 kW Betriebsgeräusches bei der standardisierten Windgeschwindigkeit von 7 m/s

# MÜLLER-BBM

Auswertung Tonzuschlag Windklasse 7 m/s  
 WEA-Typ: ENERCON E-82  
 WEA-Standort: Simonswolde Seriennummer: 82001  
 Betriebszustand: 2.000 kW (Betrieb I) Messpunkt: Schalldruck Ref

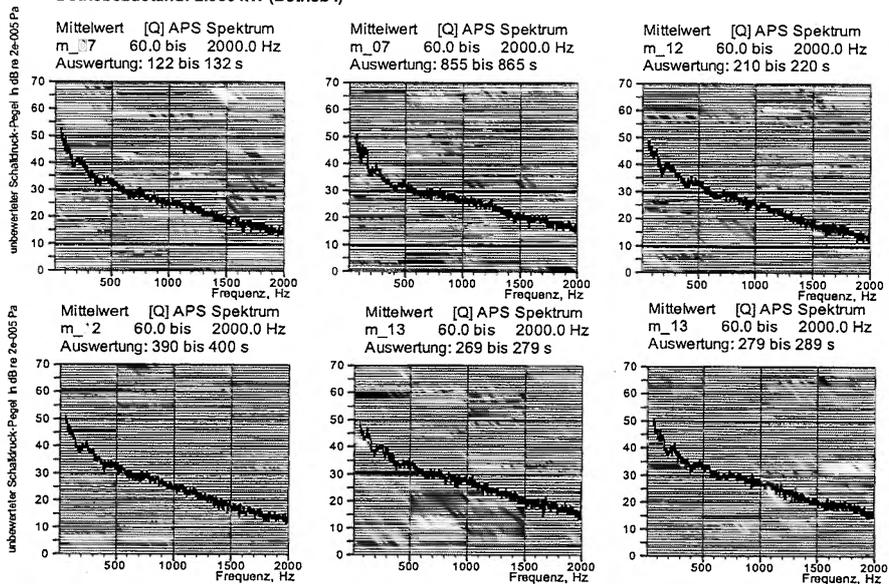


Abbildung B 8. Schmalbandspektren ( $\Delta f = 2$  Hz) des 2.000 kW Betriebsgeräusches bei der standardisierten Windgeschwindigkeit von 7 m/s

Auswertung Tonzuschlag Windklasse 8 m/s  
 WEA-Typ: ENERCON E-82  
 WEA-Standort: Simonswolde Seriennummer: 82001  
 Betriebszustand: 2.000 kW (Betrieb I) Messpunkt: Schalldruck Ref

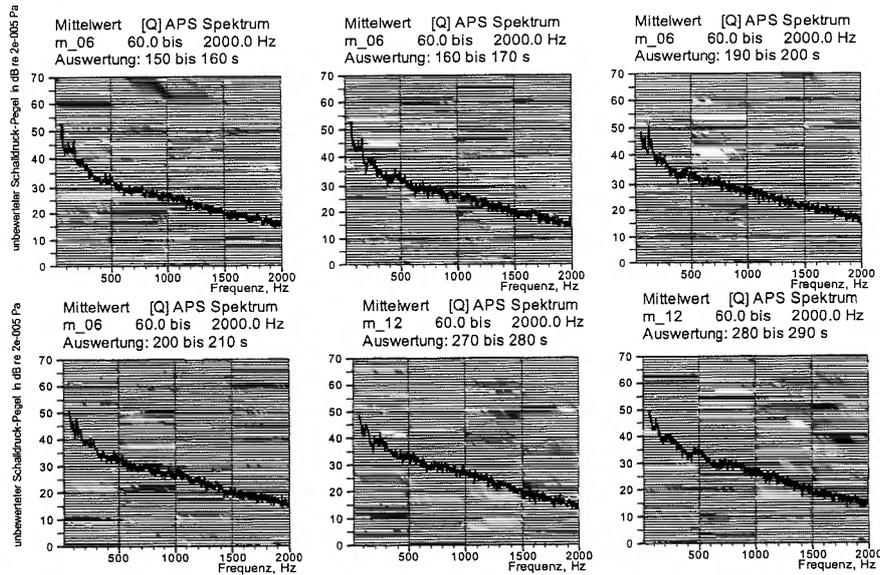


Abbildung B 9. Schmalbandspektren ( $\Delta f = 2$  Hz) des 2.000 kW Betriebsgeräusches bei der standardisierten Windgeschwindigkeit von 8 m/s

Auswertung Tonzuschlag Windklasse 8 m/s  
 WEA-Typ: ENERCON E-82 Messpunkt: Schalldruck Ref  
 WEA-Standort: Simonswolde Seriennummer: 82001  
 Betriebszustand: 2.000 kW (Betrieb I)

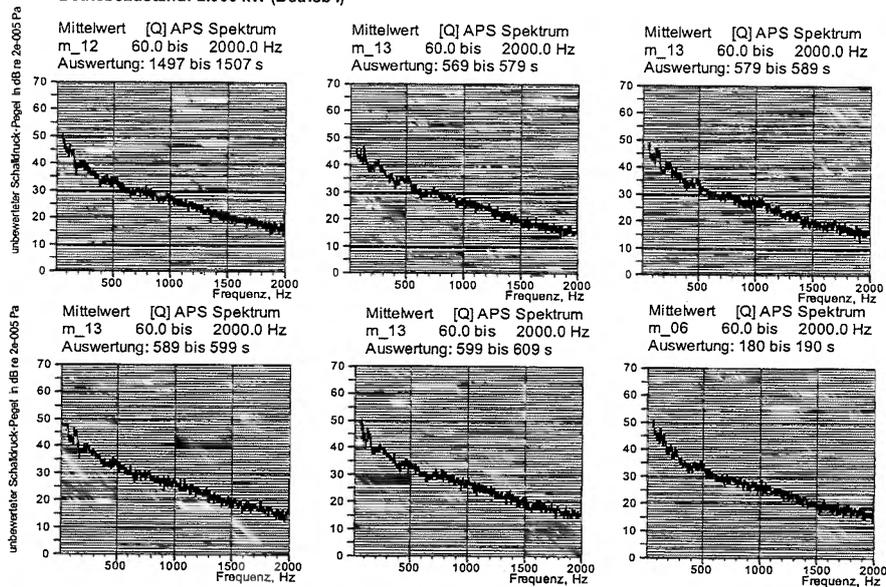


Abbildung B 10. Schmalbandspektren ( $\Delta f = 2$  Hz) des 2.000 kW Betriebsgeräusches bei der standardisierten Windgeschwindigkeit von 8 m/s

Aufgezeichnete Daten der E-82 (Anlagennummer 82001) am Standort Simonswolde 24.03.2006  
1-Minuten-Mittelwerte

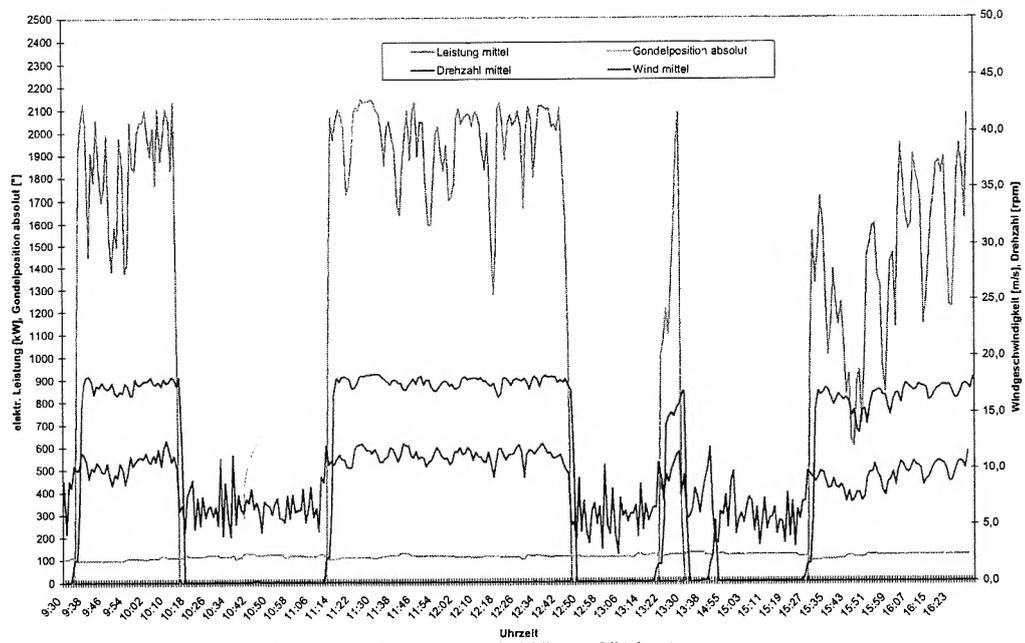


Abbildung B 11. Am Messtermin aufgezeichnete Anlagendaten als 1-Minuten-Mittelwerte

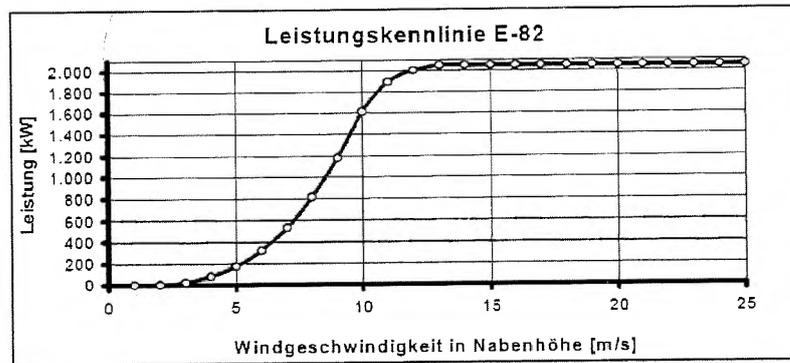
**Anhang C**

**Berechnete Leistungskurve,  
Zur Auswertung verwendete Leistungskurve (Linearisiert),  
Herstellerbescheinigung**

 <b>ENERCON</b> ENERGY FOR THE WORLD	<b>ENERCON E-82</b> berechnete Leistungskennlinie	Page 1 of 1
--	--	----------------

Nennleistung: 2.000 kW  
 Quelle: berechnete Kennlinie Rev. 1.0, Januar 2005

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v [m/s]	Leistung P [kW]
1,0	0,0
2,0	3,0
3,0	25,0
4,0	82,0
5,0	174,0
6,0	321,0
7,0	532,0
8,0	815,0
9,0	1.180,0
10,0	1.612,0
11,0	1.890,0
12,0	2.000,0
13,0	2.050,0
14,0	2.050,0
15,0	2.050,0
16,0	2.050,0
17,0	2.050,0
18,0	2.050,0
19,0	2.050,0
20,0	2.050,0
21,0	2.050,0
22,0	2.050,0
23,0	2.050,0
24,0	2.050,0
25,0	2.050,0



<b>Document information:</b>		
Author/ date:	Sch/21.04.2006	Translator/date:
Department:	SA	Revisor/date:
Approved/ date:	Bf/21.04.2006	Reference:
Revision:	1.0	S4-h-PC berechnet E-82 2MW Rev1 0-gan-ger.doc

Abbildung C 1. Zur Auswertung verwendete Leistungskurve (erhalten mit [7])

I:\Sgac01\projperson\hkm\65333\01\_PBe\_3d\_65333.doc:21.04.2006

WEA-Typ: ENERCON E-82  
WEA-Standort: Simonswolde  
Messdatum: 24.03.2006  
Betrieb 1

Zur Auswertung verwendete Leistungskurve (Linearisiert)

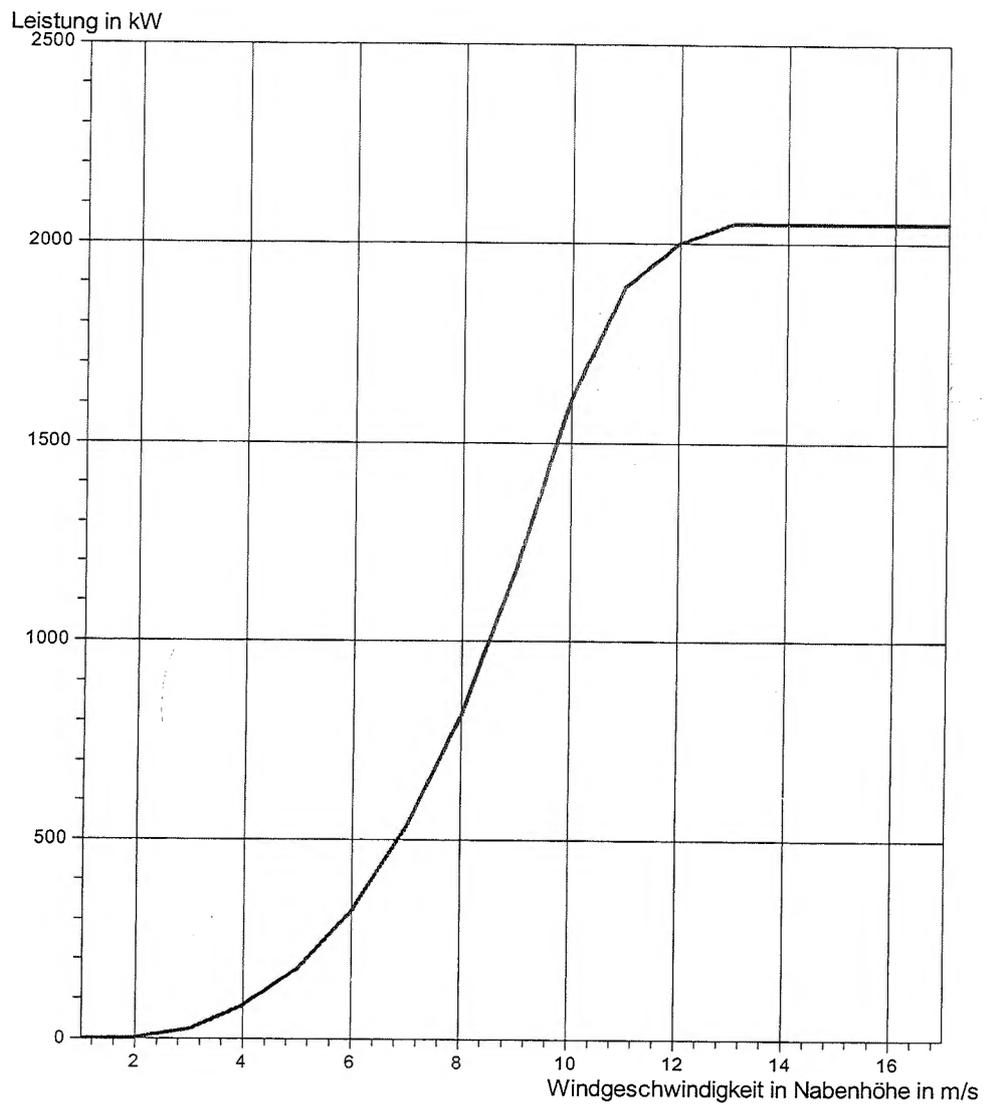


Abbildung C 2. Aus Leistungskurve berechnete Linearisierung, 2000 kW (Betrieb I)

Herstellerbescheinigung zu spezifischen Daten des Anlagentypes:  
 Manufacturer's certificate on specific data of the type of installation:

E-82

Datum / date: 2006-04-11

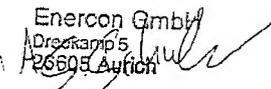
1. Allgemeines		General
Hersteller	Enercon GmbH	manufacturer
Anlagenbezeichnung	E-82	type name
Art (horizontal/vertikal)	horizontal	type (horizontal / vertical)
Nennleistung	2000 kW	rated power
Leistungsregelung	pitch	power control
Nabenhöhe über Fundament	98,1 m	hub height above foundation
Nabenhöhe über Grund	98,3 m	hub height above ground
Nennwindgeschwindigkeit	13 m/s	rated wind speed
Ein- und Abschaltwindgeschwindigkeit	2,5 m/s	cut-in and cut-out wind speed
Überlebenswindgeschwindigkeit	59,5 m/s	survival wind speed
Rechnerische Lebensdauer	20 Jahre / years	calculated safe life
Beitrag zum Kurzschlußstrom	3,2 kA (400 V)	contribution to short circuit current
2. Rotor		Rotor
Durchmesser	82 m	diameter
Bestrichene Fläche	5281 m <sup>2</sup>	swept area
Anzahl der Blätter	3	number of blades
Nabenart (pendelnd/starr)	starr	kind of hub
Anordnung zum Turm (Luv/lee)	luv	relative position to tower (luv/lee)
Nennndrehzahl / -bereich	6 - 19 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)	rated speed
Auslegungsschnelllaufzahl		design tip speed ratio
Rotorblatteinstellwinkel	variabel	rotor blade pitch setting
Konuswinkel	0°	cone angle
Achsenneigung	4°	tilt angle
Abstand Rotorflanschmittelpunkt - Turmmittellinie	4,32 m	distance between rotor flange centre - tower centre line
3. Rotorblatt		Rotor blade
Hersteller	ENERCON	manufacturer
Typenbezeichnung	82-1	type
Profil innen	ENERCON	blade section inside
Profil aussen	ENERCON	blade section outside
Material	GFK (Epoxy)	material
Länge	36,3 m	length
Profilhöhe max/min		chord length (max/min)
Zusatzkomponenten (z.B. stall strips, Vortex-Generatoren, Turbulatoren)	keine/none	additional components (e.g. stall strips, vortex generators, trip strips)
Extenderlänge		Extender length
4. Getriebe		Gear
Hersteller		manufacturer
Typenbezeichnung		type
Ausführung		design
Übersetzungsverhältnis		gear ratio
5. Generator		Generator
Hersteller	ENERCON	manufacturer
Typenbezeichnung	E-82	type
Anzahl	1	numbers
Art	synchron	design
	Ringgenerator	
Nennleistung(en)	2000 kW	rated power(s)
Nennscheinleistung	2000 kVA	rated apparent power
Nennndrehzahlen oder Drehzahlbereich	6 - 19 min <sup>-1</sup> (Betrieb I)	rated speed(s) / speed range
Spannung	variabel	voltage
Frequenz	variabel	frequency
Nennschlupf		rated slip
6. Turm		Tower
Hersteller	WEG Turmbau	manufacturer
Typenbezeichnung	E-82/BF/97/20/02	type
Ausführung (Gitter/Rohr, zyl./kon.)	Rohr	design (tapered/tube, cylin./lattice)
Material	Fertigbeton	material
Länge	97,1 m	length
7. Windrichtungsnachführung		Yaw orientation drive
Ausführung (aktiv/passiv)	Aktiv	design (active/passive)
Antriebsart (el./mech./hydr.)	elektrisch	drive (electr./mech./hydr.)
Dämpfungssystem während des Betriebs	Reibung	damping system during operation

Seite 1 von 2  
page 1 of 2

Abbildung C 3. Herstellerbescheinigung Seite 1

\NSgcd01\brjpperson\hkm\65333\01\_PBe\_3d\_65333.doc:21. 04. 2006

8. Betriebsführung / Regelung		Supervisory system/control
Art der Leistungsregelung	pitch	kind of power control
Antrieb der Leistungsregelung	elektrisch	driver of power control
Automatischer Wiederanlauf		automatic restart
- nach Netzausfall	ja	- following grid-failure
- nach Abschaltwind	ja	- following cut-out wind speed
Hersteller der Betriebsführung / Regelung	ENERCON	manufacturer of control system
- Typenbezeichnung	E-82	- type
- Verwendete Steuerungskurve	Betrieb I	- used control curve
9. Sonstige elektrische Komponenten		Other electric installations
Anzahl der Kompensationsstufen	keine/none	number of compensation stages
Blindleistung Stufe 1		reactive power stage 1
Blindleistung Stufe 2		reactive power stage 2
Blindleistung Stufe 3		reactive power stage 3
Blindleistung Stufe 4		reactive power stage 4
Art der Netzkopplung	über Wechselrichter	kind of interconnection
- Hersteller	ENERCON	- manufacturer
- Typenbezeichnung	E-82	- type
Netzschutzhersteller	ENERCON	main protective manufacturer
- Typenbezeichnung	E-82	- type
- Einstellbereiche:		- adjustment range:
Spannungssteigerungsschutz	106,5 %, 0,1s	overvoltage protection
Spannungsrückgangsschutz	90 %, 0,1s	undervoltage protection
Frequenzsteigerungsschutz	50,4 HZ, 100 ms	overfrequency protection
Frequenzrückgangsschutz	49,5 HZ, 100 ms	underfrequency protection
Typenbezeichnung der Abschalteneinheit	E-82	type of contact breaking device
Oberschwingungsfilter (Ja/Nein)	ja	harmonic filter /yes,no
Oberschwingungsfilter müssen auf den Netzverknüpfungspunkt ausgelegt sein.)		(harmonic filter have to be designed for the point of common coupling)
10. Bremssystem		Brake system
Bremssystem (primär/sekundär)		brakes (primary/secondary/service)
- Aktivierung	elektrisch/electrical	- Activation
- Anordnung	Einzelblatt/single blade	- Location
- Bremsenart	aerodynamisch/aerodynamic	- Kind
- Betätigung	automatisch/automatic	- Operation
11. Typenprüfung		Type test
Prüfbehörde		testing authority
Aktenzeichen		reference
12. Informativer Teil		Informative
Standort der vermessenen WEA	26632 Inlow-Simonswilde	location of measured WTG
Koordinaten des Standortes	GK RW: 25.92.266 GK HW: 59.14.847	coordinate of the location
Seriennummer der WEA der Blätter des Getriebes des Generators	82001	serial number of WTGs blades gearbox generator

Enercon GmbH  
 Dreieck 5  
 26605 Aurich  
  
 Stempel und Unterschrift des Herstellers

Der Hersteller der Windenergieanlage bestätigt, dass die WEA, deren Schallemission, Leistungskurve und elektrischen Eigenschaften in den Prüfberichten abgebildet ist, hinsichtlich ihrer technischen Daten mit den o.g. Positionen identisch ist.  
 The manufacturer of the wind turbine generator system (WTGs) confirms that the WTGS whose noise level, performance curve and power quality is measured and depicted in the test reports is identical with the above entries with regard to its technical data.

Abbildung C 4. Herstellerbescheinigung Seite 2

**Anhang D**  
**Stammblatt Geräusche**

Auszug aus dem Prüfbericht												
Stamtblatt „Geräusche“, entsprechend den „Technischen Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“												
Rev. 16 vom 01. Juli 2005 (Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V., Stresmannplatz 4, D-24103 Kiel)												
Auszug aus dem Prüfbericht M65 333/1 zur Schallemission der Windenergieanlage vom Typ Enercon E-82												
Allgemeine Angaben		Technische Daten (Herstellerangaben)										
Anlagenhersteller:	Enercon GmbH Dreerkamp 5 26605 Aurich	Nennleistung (Generator):	2.000 kW									
Seriennummer:	82001	Rotordurchmesser:	82 m									
WEA-Standort (ca.):	RW: 25.92.266 HW: 59.14.847	Nabenhöhe über Grund:	98 m									
		Turmbauart:	Rohturm									
		Material:	Fertigteilbeton									
		Leistungsregelung:	pitch									
Ergänzende Daten zum Rotor (Herstellerangaben)		Erg. Daten zu Getriebe und Generator (Herstellerangaben)										
Rotorblatthersteller:	Enercon GmbH	Getriebehersteller:	---									
Typenbezeichnung Blatt:	82 - 1	Typenbezeichnung Getriebe:	---									
Blatteinstellwinkel:	variabel	Generatorhersteller:	Enercon GmbH									
Rotorblattanzahl:	3	Typenbezeichnung Generator:	E-82									
Rotordrehzahlbereich:	6 - 19 U/min (Betrieb I)	Generatorenenddrehzahl:	6 - 19 U/min (Betrieb I)									
Prüfbericht zur Leistungskurve: Enercon GmbH: Berechnete Leistungskurve vom Januar 2005												
	Referenzpunkt		Schallemissions-Parameter	Bemerkungen								
	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Elektrische Wirkleistung										
Schalleistungs-Pegel $L_{WA,P}$	6 m/s	1029,7 kW	100,6 dB(A)									
	7 m/s	1617,4 kW	103,1 dB(A)									
	8 m/s	1939,6 kW	103,4 dB(A)									
	9 m/s	--- kW	--- dB(A)	[1]								
	10 m/s	--- kW	--- dB(A)	[1]								
	7,7 m/s	1900,0 kW	103,4 dB(A)	[2]								
Tonzuschlag für den Nahbereich $K_{TN}$	6 m/s	1029,7 kW	--- dB									
	7 m/s	1617,4 kW	--- dB									
	8 m/s	1939,6 kW	--- dB									
	9 m/s	--- kW	--- dB	[1]								
	10 m/s	--- kW	--- dB	[1]								
	7,7 m/s	1900,0 kW	--- dB	[2]								
Impulzzuschlag für den Nahbereich $K_{IN}$	6 m/s	1029,7 kW	--- dB									
	7 m/s	1617,4 kW	--- dB									
	8 m/s	1939,6 kW	--- dB									
	9 m/s	--- kW	--- dB	[1]								
	10 m/s	--- kW	--- dB	[1]								
	7,7 m/s	1900,0 kW	--- dB	[2]								
Torz-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8$ m/s												
Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
$L_{WA,P,Tor}$	75,9	79,1	81,5	82,9	87,7	88,2	87,5	90,4	90,5	91,2	93,7	93,5
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
$L_{WA,P,Tor}$	94,9	95,0	93,9	91,6	89,3	85,2	80,9	75,8	72,4	73,4	71,2	73,5
Oktav-Schalleistungspegel Referenzpunkt $v_{10} = 8$ m/s												
Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
$L_{WA,P,Oktav}$	84,2	91,6	94,4	97,7	99,4	94,2	82,5	77,6				
Dieser Auszug aus dem Prüfbericht gilt nur in Verbindung mit der Herstellerbescheinigung vom 11.4.2006. Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht M65 333/1 (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).												
Bemerkungen:												
[1] In dieser Windklasse wurden keine Daten ermittelt												
[2] Der Schalleistungspegel bei 95%iger Nennleistung wurde bei Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen am Messtag, der verwendeten Leistungskurve und der vermessenen Nabenhöhe bei einer stand. Windgeschwindigkeit von 7,7 m/s festgestellt.												

Gemessen durch: Müller-BBM GmbH  
Niederlassung Gelsenkirchen  
Am Bugapark 1  
45 899 Gelsenkirchen

**MÜLLER-BBM GMBH**  
NIEDERLASSUNG GELSENKIRCHEN  
AM BUGAPARK 1  
45899 GELSENKIRCHEN  
TELEFON (0209) 9 83 0 0 0

Datum: 21.04.2006



Akkreditiertes Prüflaboratorium  
nach ISO/IEC 17025



DAP-PL-2465.10



## **Literaturverzeichnis**

Messstelle nach §§ 26 und 28 BImSchG

## Literaturverzeichnis

- 1.) BImSchG Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge; Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG
- 2.) 4.BImSchV Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen)
- 3.) TA-Lärm Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm -TA Lärm vom 26.08.1998)
- 4.) DIN ISO 9613-2 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Oktober 1999
- 5.) DIN 45680 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft, März 1997
- 6.) DIN 45681 Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Einzeltonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen, März 2005
- 7.) DIN EN 61400-11 Windenergieanlagen, Teil 11: Schallmessverfahren, November 2003
- 8.) DIN EN 50376. Entwurf Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen, November 2001
- 9.) FGW Technische Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Fördergesellschaft Windenergie e.V. ( FGW ) v. 01.07.2006
- 10.) AKGerWEA Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen 109. Sitzung des LAI am 08. / 09. März 2005
- 11.) NRW Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen (Windenergie-Erlass Nordrhein-Westfalen vom 21.10.2005)
- 12.) Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumplanung Erlass des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg zu Anforderungen an die Geräuschemissionsprognose und an die Nachweismessung bei Windenergieanlagen / 31.07.2003
- 13.) Niedersächsisches Umweltministerium Hinweise zur Beurteilung von Windenergieanlagen im Genehmigungsverfahren vom 19.05.2005
- 14.) J. Kötter Dr. Kühner TA-Lärm `98: Erläuterungen/Kommentare. In: Immissionsschutz 2 (2000) S54-63

- 
- 15.) B. Vogelsang TA-Lärm oder wer muss eigentlich wem wie was sicher nachweisen ?  
In: DAGA 2002, Bochum S 298-299
- 16.) Dr. Ing. Ulrich J. Kurze Abschätzung der Unsicherheit von Immissionsprognosen  
Müller-BBM in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / 48 (2001)
- 17.) Dipl.-Ing. Detlef Piorr Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschemissionsrichtwerten mittels  
Landesumweltamt NRW Prognose  
In: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / 48 (2001)
- 18.) Helmut Klug Infraschall von Windenergieanlagen: Realität oder Mythos ?  
in: DEWI Magazin Nr. 20, Februar 2002
- 19.) Wolfgang Probst Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose  
Ulrich Donner in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung / 2002, Nr. 3
- 20.) Baunutzungsverordnung, Kommentar unter besonderer Berücksichtigung des  
Umweltschutzes mit ergänzenden Rechts- und Verwaltungsvorschriften,  
8. Auflage (Fickert / Fieseler) 1995, Deutscher Gemeindeverlag Kohlhammer
- 21.) Niedersachsen Gemeinsamer Erlass des Niedersächsischen Umweltministeriums und des  
Niedersächsischen Ministeriums für Soziales, Frauen, Familie und  
Gesundheit  
Verfahren für die Genehmigung von Windkraftanlagen vom 05.11.2004
- 22.) Niedersachsen Stellungnahme des Niedersächsischen Umweltministeriums zu 21.)  
vom 07.12.2004
- 23.) Nordrhein-Westfalen Schreiben des Umweltministeriums vom 21. Dezember 2005 an die  
Bezirksregierungen und Staatlichen Umweltämter NRW
- 24.) Landesumweltamt NRW Materialien Nr. 63 „Windenergieanlagen und Immissionsschutz“, 2002
- 25.) Kreis Borken „Windenergiehandbuch“, Dezember 2008
- 26.) KÖTTER Consulting Vortrag „Infraschalluntersuchungen an Windenergieanlagen“,  
Engineers 3. Rheiner Windenergie-Forum, 09./10. März 2005